B. a/2r.
Inst.

Inv: N 8320.

4
4°

4° Math. P. 411

4° Math. P. 411
03485
ad 8. 3138/53.
(376)
B. 1/2
Inst
K. B. ARMEE-BIBLIOTHEK
Wehrkreis-bücherei VII München
Ga/68/348
Altbestand 38857

INSTRUCTION

FÜR DIE

BEI DER ASTRONOMISCH-TRIGONOMETRISCHEN

LANDESVERMESSUNG

UND IM

CALCUL-BUREAU

DES

K. K. MILITAIR GEOGRAFISCHEN INSTITUTES

ANGESTELLTEN INDIVIDUEN

SANCTIONIRT

VOM HOCHLÖBLICHEN

K. K. HOFKRIEGSRATHE

LAUT RESCRIPT G. Nr. 4060 VOM 22. AUGUST 1844.

WIEN 1845.

GEDRUCKT BEI DEN P. P. MECHITARISTEN.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Inhalt.

Seite

Einleitung 1

I. Theil.

I. Hauptstück.

Von der trigonometrischen Vermessung eines Landes im engeren Sinne . . 3

I. Abschnitt.

Von der Messung der Grundlinie.

Erstes Capitel.

Von der Wichtigkeit der Grundlinie oder Basis überhaupt 3

Zweites Capitel.

Von der Auswahl des Terrains 4

Drittes Capitel.

Vorarbeiten auf dem Felde für die Basismessung 5

Viertes Capitel.

Von der Aussteckung der Grundlinie 6

Fünftes Capitel.

Technisches Verfahren bei der Messung 7

Sechstes Capitel.

Von der Controlle der Basismessung 11

Siebentes Capitel.

Von den Feldhandbüchern und dem auf die Basismessung bezüglichen Protocolle . 11

Achtes Capitel.

Von der Orientirung der Basis 13

II. Abschnitt.

Von der Bildung des Dreieckssystemes.

Erstes Capitel.

Von dem Dreiecksnetze überhaupt 13

Zweites Capitel.

Von der Wahl der trigonometrischen Punkte oder von dem Recognosciren . . 16

Seite

Drittes Capitel.

Von den trigonometrischen Zeichen (Signalen) 18

Viertes Capitel.

Von dem Gebrauche der Heliotropen anstatt Signalen 29

Fünftes Capitel.

Behelfe zur Aufbewahrung der trigonometrischen Punkte für spätere Zeiten . . 33

III. Abschnitt.

Von der Beobachtung der Dreiecks-Winkel und der Zenithdistanzen.

Erstes Capitel.

Wichtigkeit der Winkelmessung 36

Zweites Capitel.

Von den Winkelmess-Instrumenten 36

Drittes Capitel.

Prüfung und Berichtigung der Winkelmess-Instrumente 38

Viertes Capitel.

Von den verschiedenen Ursachen der Fehler, die bei den Beobachtungen entstehen . 45

Fünftes Capitel.

Von dem Vorgange bei den Winkelbeobachtungen selbst 48

Sechstes Capitel.

Von den Feld- oder Observations-Manualen und Protocollen 59

Siebentes Capitel.

Zusammenstellung und Prüfung der Beobachtungs-Resultate 61

Achtes Capitel.

Von den auf die Messung eines Dreiecksnetzes sich beziehenden Protocollen . . 64

II. Hauptstück.

Von den astronomischen Messungen.

I. Abschnitt.

Von den Beobachtungen im allgemeinen und von der Wahl der Punkte, auf welchen dieselben vorzunehmen sind.

Erstes Capitel.

Von dem Zwecke und der Nothwendigkeit der astronomischen Beobachtungen . . 66

Seite

Zweites Capitel.

Von der Wahl der Punkte zu den astronomischen Beobachtungen 67

Drittes Capitel.

Von dem Baue des Observatoriums 67

II. Abschnitt.

Von der Ausführung der Messungs-Operationen selbst.

Erstes Capitel.

Vorgang bei den Messungs-Operationen 68

Zweites Capitel.

Von den zu astronomischen Beobachtungen geeigneten Instrumenten 68

Drittes Capitel.

Von der Zeit, oder Bestimmung der Correction der Uhr 69

Viertes Capitel.

Von der Aussteckung der Mire 69

Fünftes Capitel.

Von der Breitenbestimmung 70

Sechstes Capitel.

Von der Längenbestimmung 70

Siebentes Capitel.

Von der Bestimmung des Azimuthes einer Basis oder einer Seite des Dreiecksnetzes . 71

Achtes Capitel.

Von den Feld-Manualen und Protocollen 72

III. Hauptstück.

Verhalten in dienstlicher und ökonomischer Beziehung.

I. Abschnitt.

Von dem Verhalten in dienstlicher Beziehung.

Erstes Capitel.

Von den Dienstverhältnissen 73

Zweites Capitel.

Von der Ausrüstung der Abtheilungen 74

Drittes Capitel.

Besondere Obliegenheiten der einzelnen Individuen 75

Seite

Viertes Capitel.

Von den Correspondenzen 76

II. Abschnitt.

Oekonomie und Rechnungsgegenstände.

Erstes Capitel.

Von den bei dem Triangulirungsgeschäfte vorkommenden Auslagen . . . 78

Zweites Capitel.

Von der Rechnungslegung 85

Musterbogen A. Topografische Beschreibung der trigonometrischen Stationen . . 89

B. Feld-Manuale 91

C. Observations-Protocolle 94

Formulare A. Arbeits-Journal 95

B. Post-Journal 96

C. Berechnung 97

D. Rechnungs-Ausweis 98

D-1 Reise-Journal 99

D-2 Uebersicht der limitirten Vergütungs-Preise für Prästationen . 100

D-3 Consignation über die Auslagen zur Errichtung eines Signales . 101

D-4 Quittung 102

D-5 Consignation über Zulage der Militair-Handlanger . . . 102

D-6 Consignation für bezahlte Weg- und Schrankenmauth . . 103

D-7 Conto 103

E. Ausweis über empfangene und verwendete Verlagsgelder . . 104

F. Final-Abrechnung 105

G und H. Consignation über Mannschaft 106

II. Theil.

Von dem auf die astronomisch-trigonometrische Vermessung bezüglichen Calcul und von der Benützung der erhaltenen Resultate 107

I. Hauptstück.

Von dem Calcul der astronomisch-trigonometrischen Messungs-Operationen.

I. Abschnitt.

Von der Basis oder Grundlinie.

Erstes Capitel.

Von den Rechnungs-Operationen der einzelnen Elemente 107

Zweites Capitel.

Von den weitern Reductionen der 50 ermittelten Basislängen zu jedem weitern Gebrauche . 112

Seite

II. Abschnitt.

Von dem Dreiecksnetze.

Erstes Capitel.

Von der Berechnung der Dreiecke 113
Verbesserung der Winkel wegen Excentricität der Fernröhre . . . 115
Reduction der Winkel auf den Horizont 116
Reduction der Winkel ad Centrum 118
Reduction der Winkel auf die Achse des Signals 120
Norm um die Beobachtungsfehler zu zertheilen 121
Reduction der Winkel auf die Corden-Winkel 123
Ausgleichung der Dreiecksnetze und Polygone 125

Zweites Capitel.

Von der Berechnung der Höhen-Unterschiede und absoluten Höhen durch Zenithdistanzen 129
Reduction der Zenithdistanz auf den natürlichen Boden 129
Von der Refraction und ihrem Coefficienten 131

Drittes Capitel.

Von der Berechnung der Abstände der trigonometrischen Punkte vom Meridiane und Perpendikel aus dem Netze 138

Viertes Capitel.

Von der Berechnung der Abstände aus den geografischen Positionen der trigonometrischen Punkte, bezogen auf den Haupt-Meridian und Perpendikel . . 143

Fünftes Capitel.

Von der Berechnung der geografischen Längen und Breiten der trigonometrischen Punkte 145

Sechstes Capitel.

Berechnung eines Meridian- oder Parallel-Bogens 150

Siebentes Capitel.

Reduction der aus geodätischen Operationen unter Voraussetzung einer gewissen Abplattung hergeleiteten geografischen Positionen auf ein Ellipsoid von anderer Form 153

Achtes Capitel.

Von der Berechnung des Flächeninhaltes eines trigonometrischen Netzes . . 154

III. Abschnitt.

Von dem Calcul der astronomischen Messungen.

Erstes Capitel.

Von der Zeitbestimmung 155
Bestimmung des Collimationsfehlers 159

Seite

Bestimmung des Azimuthes des Fernrohres 160
Zeitbestimmung durch correspondirende Höhen 163
„ durch absolute Zenithdistanzen 165

Zweites Capitel.

Von der Bestimmung der geografischen Breite 170
durch Circum-Meridianhöhen 171
durch Beobachtungen des Polarsternes in jedem Punkte seines Parallelkreises . 173

Drittes Capitel.

Von der Bestimmung des Azimuthes 176

II. Hauptstück.

Benützung der trigonometrischen Resultate zur Darstellung der Erdoberfläche . 179

I. Abschnitt.

Von den Projectionen und Fundamental-Dispositionen zur Construirung von Special- und General-Karten.

Erstes Capitel.

Von den Projectionen im Allgemeinen 179

Zweites Capitel.

Projections-Methode von Cassini 181

Drittes Capitel.

Projections-Methode von Flammstädt, modificirt von Bonne 184

II. Abschnitt.

Von den bei der Verzeichnung der Karten üblichen Mass-Stäben.

Erstes Capitel.

System der Mass-Stäbe und ihrer Anwendung 191

Zweites Capitel.

Von etlichen Längenmassen 193
Geografische Lage 194
Dimensionen des elliptischen Rotations-Sphäroides 194
Hilfstabelle I zur Berechnung der Abstände aus den geografischen Positionen . . 195
„ II zur Berechnung der geografischen Positionen 197
„ III zur Berechnung der geografischen Positionen aus den Abständen . 201
„ IV zur Bestimmung der Polhöhe durch den Polarstern 202

Anhang.

Berechnung der Höhen-Unterschiede mittelst Barometer-Messungen . . . 203

Einleitung.

§. 1. Die astronomisch-trigonometrische Landesvermessung, gewöhnlich die geodätische genannt, womit die Abtheilung der Militär-Triangulirung und des Calcul-Bureaus des k. k. militärisch-geographischen Institutes beauftragt ist, hat den Zweck, die gegenseitige Lage der verschiedenen Punkte, deren Erhöhung über der Meeresfläche, so wie die Beziehung derselben zur Figur des Erdkörpers zu bestimmen, um dadurch als Grundlage zu den Aufnahmen, dann zur Zusammenstellung was immer für topografischer Materiale, und zum Entwurfe richtiger Spezial- oder General-Karten zu dienen.

Sie hat aber auch einen besonderen Zweck in wissenschaftlicher Beziehung, der darin besteht, durch die Messung von Meridian- und Parallel-Bögen zur Lösung der schwierigen Theorie über die Figur und Grösse des Erdkörpers beizutragen, wesshalb es erforderlich ist, das Möglichste aufzubieten, um jenen Grad der Genauigkeit zu erreichen, welchen alle grossen geodätischen Operationen neuerer Zeit an sich tragen.

§. 2. Ohne sich in nähere Untersuchungen und Theorien einzulassen, die in das Gebiet der höheren Geometrie und Analyse gehören, und in vielen klassischen Werken zu finden sind; wird die gegenwärtige Instruction blos jene Vorschriften und Formeln enthalten, welche nach dem gegenwärtigen Standpunkte der Wissenschaft die geeignetsten für solche Arbeiten sind, damit die bei der Militär-Triangulirung, und im Calcul-Bureau angestellten Individuen im Stande seien, ihren Geschäften nach bestimmten Normen, im gleichförmig-geregelten Gange, vorzustehen.

§. 3. Hier kommt nur noch zu bemerken, dass bei der Vermessung ausgedehnter Länderstrecken, wie jene der österreichischen Monarchie, die nöthige Rücksicht auf die sphäroidische Gestalt der Erde überhaupt genommen werden müsse, weil einer solchen Länderstrecke, als einem Theile der Erdoberfläche, sich nothwendigerweise auch das Gesetz aufprägen muss, nach welchem letztere gestaltet ist. Da jedoch die Eigenschaften krummer Oberflächen sich zu-

nächst auf die Grundsätze der sphärischen Trigonometrie gründen, so wird auch die Vermessung eines Landes vorerst nach jenen Vorschriften unternommen, welche diese Wissenschaft hierüber ertheilt.

§. 4. Dem zu Folge wird die Oberfläche des zu vermessenden Landes mit einem Dreieckssysteme überzogen, in welchem blos Winkel und eine einzige Seite, die sodann Grundlinie oder Basis heisst, gemessen werden dürfen, um sonach durch die Zusammenstellung und Rectifizirung dieser Elemente, mittelst der Analyse, auch die Positionen aller Punkte dieses Systems herzuleiten, und mit Hülfe der astronomischen Bestimmungen in ihre richtige Beziehung zur Figur der Erde zu bringen.

§. 5. Nach dem Gesagten theilt sich die astronomisch - trigonometrische Vermessung in die sogenannte Feldarbeit, und in die hierauf Bezug nehmenden Berechnungen im Calcul-Bureau, und es wird somit

der erste Theil der Instruction

a) über die trigonometrische Vermessung eines Landes im engeren Sinne,

b) über die astronomischen Messungen, mit besonderer Behandlung des technischen Verfahrens hiebei, sich ausdehnen, und

c) die Vorschriften in dienstlicher und ökonomischer Beziehung enthalten.

Der zweite Theil wird

a) die Berechnung der aus den astronomischen und trigonometrischen Messungen erhaltenen Elemente, und

b) die Anwendung der Ergebnisse behandeln.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

I. Theil.

Erstes Hauptstück.

Von der trigonometrischen Vermessung eines Landes im engeren Sinne.

§. 6. In der Einleitung ist bereits die Nothwendigkeit des trigonometrischen Verfahrens bei der Vermessung eines Landes überhaupt dargestellt, wobei noch zu bemerken, dass es nur dadurch möglich wird, bei den späteren Detail-Aufnahmen (besonders jenen, welche zur Verfertigung einer allgemeinen Karte dienen), in Hinsicht auf Massverhältnisse und Orientirung die Anhäufung von Fehlern in einer auch noch so ausgedehnten Länderstrecke zu vermeiden, und die sonst nöthig gewesenen geometrischen Basismessungen, im Umfange der einzelnen Aufnahmssectionen, entbehrlich zu machen.

Die trigonometrische Vermessung umfasst daher insbesondere:

1. *die Messung der Grundlinie*,
2. *die Bildung des Dreieckssystems*, *und*
3. *die Beobachtung der Winkel.*

§. 7. Die mit diesen Operationen beauftragten Individuen werden zuvörderst diejenigen Mittel aus dem Grunde verstehen müssen, wodurch mit voller Ueberzeugung gediegene Resultate ihrer Bemühungen sich herstellen lassen; insbesondere aber ist man berechtiget, von den Triangulatoren zu fordern, dass sie nicht nur die technische Behandlung dieses Geschäftes, sondern auch sämmtliche, auf die Vermessung Bezug nehmenden Berechnungen genau und mit Gewandtheit auszuführen wissen, um bei der Ausarbeitung jedem Anstande mit Sachkenntniss begegnen zu können.

Endlich sollen dieselben für die einsichtsvolle Behandlung der Messinstrumente Sorge tragen, und als Hauptsache den wichtigen Zweck des ganzen Verfahrens stets im Auge behalten.

I. Abschnitt.

Von der Messung der Grundlinie.

Erstes Capitel.

Von der Wichtigkeit der Grundlinie oder Basis überhaupt.

§. 8. Um bei der trigonometrischen Vermessung eines Landes im Allgemeinen, oder in einem Dreieckssysteme insbesondere, alle Seiten desselben möglichst genau, sowohl rücksichtlich ihrer Grösse als ihrer Lage zu bestimmen, stellt

sich vor Allem die unbedingte Nothwendigkeit dar, das Ganze auf eine Grundlinie oder Basis zu stützen. Nachdem aber in der Ausführung geodätischer Operationen so viele natürliche Hindernisse in den Weg treten, und es äusserst schwierig ist, bei aller Anstrengung der Wahrheit nur einigermassen nahe zu kommen, so wurde bei der ausgedehnten Vermessung der österreichischen Monarchie die Vorsicht gebraucht, an mehreren Punkten solche Grundlinien messen zu lassen, durch welche sich das ganze Dreieckssystem unmittelbar rectifizirt, und somit einer Vollständigkeit zugeführt wird, die sich sonst schwer erreichen liesse.

Die Messung einer Grundlinie muss mit aller Schärfe und Sorgfalt, ohne Kosten und Mühe zu scheuen, vor sich gehen; denn nur durch die Sicherheit und Genauigkeit einer solchen Grundlinie wird es möglich, bei allenfalls vorkommenden Irrthümern durch die Kontrolle der Winkel auf den Verstoss zu kommen, — während im entgegengesetzten Falle bei der Ungewissheit zwischen den Winkeln und der Grundlinie, zuletzt nichts anderes erübrigen würde, als die Messung der letzteren zu wiederholen, und nach dem erhaltenen Unterschiede nicht nur in der ganzen Dreieckskette die nöthigen Verbesserungen vorzunehmen, sondern selbst die ganze Berechnung des auf der fehlerhaften Grundlinie ruhenden Dreieckssystems umzustürzen und zu erneuern.

Zweites Capitel.

Von der Auswahl des Terrains.

§. 9. Die besondere Eignung des Bodens, auf welchem eine Basis gemessen werden soll, ist zu dem Gelingen dieser Messung ein Hauptbedingniss. Hiezu gehört:

1. Eine freie Aussicht, und die Möglichkeit, die Endpunkte der Grundlinie mit dem Dreiecksnetze wo möglich ohne Hülfspunkte in genaue Verbindung zu bringen.
2. Ein harter, ebener, nicht durch Flüsse, Sümpfe, oder sonstige Hindernisse durchschnittener Grund.
3. Die erforderliche Ausdehnung, um wo möglich eine Grundlinie von 5 bis 6000 Klafter darauf messen zu können.
4. Ausserdem bleibt es wünschenswerth, dass einer der Endpunkte für die astronomischen Beobachtungen an der Basis und für den hierzu nöthigen Bau des Observatoriums geeignet sei.

Da es aber schwer ist, alle diese Eigenschaften vereint anzutreffen, so ist bei der Wahl des Terrains doch hauptsächlich auf die freie Aussicht und gehörige Länge das Augenmerk zu richten.

§. 10. Sollte sich der Fall ereignen, dass ein Sumpf oder sonst ein anderes Hinderniss die Messung der Basis in gerader Richtung durchaus unmöglich mache, wie diess bereits schon geschehen, so bleibt wohl kein anderes Mittel übrig, als nach vorher erstatteter Anzeige und erfolgter Bewilligung die Linie zu brechen; diese Brechung muss jedoch so geschehen, dass sie einen sehr stumpfen Winkel nahe an 180 Grade bilde.

Drittes Capitel.

Vorarbeiten auf dem Felde für die Basismessung.

§. 11. Sobald das Terrain gewählt ist, wird zur dauerhaften Bezeichnung der Basisendpunkte geschritten. Es braucht wohl kaum der Erwähnung, dass man von einem Endpunkte den andern sehen müsse, wo diess aber in der Natur nicht Statt fände, da müsste die Kunst das Mangelhafte ersetzen, jedoch soll jede Vorrichtung so fest und sicher gebaut werden, dass man darauf so gut operiren könne, als auf dem härtesten Erdboden. Die Bezeichnung und sorgfältige Verwahrung der Endpunkte selbst, muss der Nachwelt die Möglichkeit verschaffen, die ganze Vermessung nach Willkühr prüfen zu können, zugleich aber auch als Denkmal des Fleisses und als Bürgschaft des Bestrebens dienen, womit ein so wichtiges Unternehmen gefördert wurde. Es sind daher auf diesen Endpunkten solide Monumente von Quadersteinen aufzustellen, und unter denselben die Basispunkte zu verwahren.

§. 12. Damit aber auch für den Fall der Zerstörung des einen oder anderen Monumentes, die Basispunkte gleichwohl nicht gänzlich verloren gehen, wie diess anderwärts schon geschehen ist, so müssen selbe auch unter dem Grunde der Fundamente bezeichnet werden. Diess geschieht auf folgende Art:

Auf der Sohle des auszuhebenden Würfels einer Kubik-Klafter werden 4 Pflöcke so eingeschlagen, dass der Durchschnitt der beiden durch sie gebildeten Diagonallinien genau mit dem Endpunkte der Basis übereinstimme. Zur grösseren Sicherheit wird dieser Durchschnittspunkt durch einen eichenen Pflock versichert, auf dessen Oberfläche der identische Punkt durch einen bis an den Kopf eingeschlagenen Nagel bezeichnet ist, welcher Pflock in einem mit Asche und Glasscherben gefüllten Loche befestiget wird; hierauf geschieht die Anschüttung und Feststampfung der Erde bis zur Oberfläche der übrigen 4 Pflöcke, und sofort die Errichtung des Gemäuers in dem bemerkten ausgeworfenen Würfel. In die Mitte dieses Gemäuers wird ein Stein von 3 Schuh im Gevierte, und etwa 2 Schuhe tief eingesetzt, in dessen Mittelpunkt wieder ein konisch geformtes, oben 2 und unten 4 Zoll weites und 2 Zoll tief eingegrabenes Loch mit Blei eingelassen wird, welches einen abgestutzten Kegel bildet, auf dessen Ober-

fläche der Basispunkt mit mehreren Durchschnittslinien zu bezeichnen kommt. (Taf. I. Fig. 1.)

§. 13. Auf ähnliche Weise, wie die beiden Endpunkte wird auch die Mitte der Basis oder jener Punkt, wo dieselbe gebrochen wäre, mit einem Fundamente, jedoch von schwächeren Dimensionen bezeichnet. (Taf. I. Fig. 2.)

§. 14. Sind einmal die Punkte auf diese Art bestimmt, so errichtet man über sie während der Messung hölzerne Pyramiden, deren Höhe hinlänglich sein muss, um von den nächsten Punkten des Dreieckssystemes, mittelst der Fernröhre an den Winkelmessern, deutlich gesehen werden zu können. Bei der Erbauung dieser Pyramiden muss alle mögliche Sorgfalt verwendet werden, damit deren Achsen genau mit den bezeichneten Endpunkten der Basis übereintreffen.

§. 15. Um äussere Beschädigungen möglichst zu beseitigen, werden nach vollendeter Messung die Monumente aus Quadersteinen über die Basisendpunkte errichtet, und ausserhalb derselben der Name des Monarchen, die Jahrzahl u. s. w. eingehauen, wie in der Taf. I. Fig. 3. bezeichnet ist.

Ebenso ist über dem Mittelpunkte der Basis, oder jenem ihrer Brechung, die Errichtung eines Steinpfeilers zu besorgen. (Taf. I. Fig. 4.)

§. 16. Zur Aufbewahrung für spätere Zeiten sind die Zeichnungen der errichteten Monumente, in Ansicht und Aufriss, mit den unterirdisch-bezeichneten Punkten zusammenzustellen, und nach Anleitung des §. 85. eine genaue topografische Beschreibung dieser Punkte zu verfassen, dann die nächste Umgebung derselben im Masse der Wiener Zoll = 200 Wiener-Klafter aufzunehmen.

Viertes Capitel.

Von der Aussteckung der Grundlinie.

§. 17. Um die Uebereinstimmung der durch die Basismessung erzielten Resultate auf einem anderen Wege, als durch die zweimalige Messung, zu prüfen und gehörig sicher zu stellen, wird die Basis je nach ihrer Länge und der Beschaffenheit des Terrains, in 2, 3 oder 4 Theile getheilt, und diese durch Dreiecke, mittelst eines zu beiden Seiten der Basis gewählten dritten Punktes, verbunden, um die auf trigonometrischem Wege erhaltenen Resultate mit jenen der Messung zu vergleichen. Die einzelnen Längen zwischen diesen Theilungspunkten dürfen jedoch gegen einander nicht bedeutend abweichen.

Es ist für den beabsichtigten Zweck sehr wichtig, dass diese Punkte genau in die Basislinie eingerichtet werden. Dieses geschieht mit Hülfe eines gut rectifizirten Theodoliten (oder Mittagsrohres), welcher abwechselnd auf dem einen oder dem andern Endpunkte aufgestellt, und dessen Fernrohr nach dem am entgegengesetzten Punkte befindlichen Zeichen gerichtet wird.

Zur Einrichtung der Theilungspunkte dient ein transportables, leicht bewegliches tafelförmiges Gestelle, auf welchem der durch mehrere schwarze und weisse Ringe bezeichnete Visirpunkt mittelst einer gröbern Rückung und feinern Schiebung durch eine Schraubenvorrichtung genau in die Visirlinie des Theodoliten eingerichtet, und mittelst eines Bleisenkels auf dem Boden bemerkt werden kann.

§. 18. Ist nun auf diese Art die Aussteckung der Zwischenpunkte und deren Bezeichnung mit darüber aufgestellten Pyramiden, deren Achsen genau mit jenen übereinfallen müssen, geschehen, so wird zur Aussteckung der Punkte zwischen denselben geschritten, um von einem zum andern ein Seil spannen zu können, und dadurch die Einrichtung des Messapparates zu erleichtern.

Diese Zwischenpunkte werden mit Hülfe eines Fernrohres und mit nach dem Senkblei vertical gestellten Aussteckstäben in die Basislinie eingerichtet, und auf dem Boden durch eingeschlagene Pflöcke bezeichnet.

Fünftes Capitel.

Technisches Verfahren bei der Messung.

§. 19. Wenn die Grundlinie vollkommen ausgesteckt ist, wird zu ihrer Messung geschritten. Der hierzu bestimmte Apparat besteht aus 4 eisernen Stangen, wovon jede etwas über 2,05 Wiener Klafter lang, 3 Linien dick und 1 Zoll breit ist. An dem hinteren Ende derselben sind Schieber angebracht, wodurch jede um einen kleinen Theil verlängert werden kann. Diese Verlängerung wird durch eine Scala und Vernier bis auf $\frac{1}{100000}$ einer Wiener-Klafter genau angegeben. Jede dieser Stangen hat, um nach der Temperatur den Grad ihrer Ausdehnung zu ermitteln, zwei unmittelbar an ihr angebrachte Thermometer mit Centesimal-Eintheilung, und ist durch besondere Vorrichtungen auf Unterlagen von gut ausgetrocknetem Holze, etwa 4 Zoll im Gevierte, festgehalten, das Ganze aber durch ein Dach gegen die Sonnenstrahlen geschützt, und auf diesem Dache zwei Visirstifte zur Einrichtung der Stangen in das Allignement der Basis, nebst der Vorrichtung angebracht, dass zur genauen Erreichung dieses Zweckes, auch noch ein mit einem Fadenkreutz versehenes, und zur Rectifizirung seiner Collimations-Linie eingerichtetes kleines Fernrohr auf jede Stange, und zwar vertical über ihre Achse, aufgesetzt und wieder weggenommen werden kann.

Je zwei und zwei, eine halbe Lage bildende Stangen kommen auf eine gemeinschaftliche, rinnenartige Unterlage, und letztere wieder auf drei, aus Böcken von Holz mit eisernen Kreutzen bestehende Unterlagsgestelle zu liegen. Um sich vor einer zufälligen Verrückung zu sichern, und selbst den nachtheiligen Einfluss zu beseitigen, welchen das Herumtreten von Personen in der Nähe des

Apparates bewirken könnte, sind die Unterlagsrinnen in der Nähe ihrer Unterstützungsflächen mit eisernen Hacken versehen, in welche man Gewichte von 40 — 50 Pfund einhängt, wodurch die ganze, für je zwei Stangen dienende Unterlage mit drei Gewichten von zusammen beiläufig 120 bis 150 Pfund beschwert wird.

Endlich gehören zum Messapparate noch das Niveau - Instrument in Form einer Setzwage, um dadurch den Neigungswinkel jeder Stange gegen den Horizont zu ermitteln, und die Absenklungsvorrichtung, um bei Unterbrechung der Messung den jeweiligen Endpunkt mit aller Schärfe für die Fortsetzung derselben sichern zu können.

Diese Absenklungsvorrichtung besteht aus einem sehr genau abgedrehten stählernen Cylinder von 1 Zoll Durchmesser und beiläufig 3 Fuss Länge mit konischer Spitze, der an einem Dreifussgestelle von angemessener Höhe mit seinem Obertheile so befestiget ist, dass er nicht nur mittelst der an ihm angebrachten Wasserwage genau vertical gestellt, sondern auch durch eine Verschiebungs-Vorrichtung mittelst Mikrometerschrauben vor- und seitwärts gerückt, und so mit aller Schärfe über den jeweiligen End- oder Anfangspunkt der Messung eingerichtet werden kann.

§. 20. Die Messung geschieht auf folgende Art:

1. Von einem der Basisendpunkte angefangen, werden von einem Zwischenpunkte zum andern hart am Erdboden Seile gespannt, und alle Hindernisse, welche der freien Spannung und dem ebenen Aufliegen dieser Seile im Wege stehen, weggeräumt.
2. Wird inzwischen die Absenklungsvorrichtung über den Anfangspunkt vertical eingerichtet.
3. Werden die sechs zu einer Stangenlage erforderlichen Unterlagsblöcke in der angemessenen Entfernung so niedergesetzt, und mit ihren Spitzen bis an die untere Holzfläche in die Erde gedrückt, dass ihre Mittellinien mit dem gespannten Seile übereinfallen. — Auf diese Unterlage kommen nun die Böcke, darauf die eisernen Kreutze, und dann auf je drei und drei Unterlagsgestelle, die, für je zwei und zwei Stangen gehörigen Unterlagsrinnen, in diese selbst endlich die entsprechenden zwei Stangen nach ihrer Zahlordnung. Gleichzeitig werden auch die zur Sicherheit gegen zufällige Verrückung des Apparates bestimmten Gewichte an die Rinnen angehängt.
4. Nach vorausgegangener Versicherung, dass die Stangen in gehöriger Entfernung, das ist zwischen ½ höchstens 1 Zoll von einander abstehen, und auch die erste Stange mit dem Absenklungscylinder in Berührung gebracht werden könne, wozu dieselbe am vorderen Ende ebenfalls mit einem Schieber versehen ist, werden sämmtliche Stangen, mit Hülfe des

aufzusetzenden Fernrohres, in die Basislinie eingerichtet, und hierauf mittelst der eisernen Kreutze sanft um so viel erhöht oder gesenkt, damit später der vorgedrückte Schieber der einen Stange die Vertical-Ebene der nächstfolgenden, beiläufig in ihrer Mitte erreichen könne.

5. Wird nach so geschehener Einrichtung das Niveau-Instrument aufgesetzt, gehörig eingestellt, und die Gradeintheilung abgelesen, sodann dasselbe mit seinen Auflagpunkten umgewendet, wieder eingestellt und abgelesen, und diese gefundenen Elemente, zur Bestimmung der Stangenneigung gegen den Horizont, von zwei Beobachtern in ihr Feldhandbuch eingetragen.

6. Werden die Schieber der drei ersten Stangen sanft vorgeschoben, bis sie gehörig mit der verticalen Kante der nächsten Stange zur Berührung kommen. Ein Gleiches geschieht beim Beginnen der Messung mit dem vorderen Schieber der ersten Stange bis an den durch den Absenklungscylinder markirten Anfangspunkt. Hierauf werden die entsprechenden Werthe auf der Schiebereintheilung, so wie die Thermometerstände jeder Stange, zur Ermittlung der, durch die jeweilige Temperatur begründeten Ausdehnung derselben, mittelst den dazu gehörigen Vergrösserungsgläsern abgelesen, gleichfalls von zwei Beobachtern in deren Feldhandbücher eingetragen, und durch die Vergleichung der beiderseitigen Angaben, die Richtigkeit der Ablesung und Aufzeichnung, gleichzeitig controllirt. Die Vorschiebung und Ablesung des Schiebers der vierten Stange kann erst dann geschehen, wenn die darauf folgende Stangenlage eingestellt ist.

7. Nachdem das Materiale der zu einer Lage von vier Stangen erforderlichen Gestelle doppelt vorhanden ist, so wird es zur Förderung der Messung nothwendig, dass in der Zwischenzeit, in welcher die genaue Einrichtung der aufgestellten Stangenlage, die Ablesung u. s. w. vor sich geht, mittlerweile ein Theil des Handlangerpersonales die Unterlagsvorrichtungen für die folgende Stangenlage aufstelle, und so weit vorbereite, dass nur noch die feinere Einstellung vorzunehmen sei, und sofort ohne grossen Zeitverlust die abgefertigte Stangenlage vorgetragen, eingerichtet, und wieder abgelesen werden könne.

8. Muss jedoch die solcher Gestalt fortschreitende Messung entweder der eingetretenen Nacht oder irgend eines anderen Umstandes wegen unterbrochen werden; so wird ein über einen Zentner schwerer Bleiblock an dem Aufhörpunkte unter der letzten Stange in eine ausgehöhlte Grube gelegt, und derselbe durch ringsum gestampfte Erde und Rasen in seiner Lage erhalten. Auf diesem Klotze wird der Absenklungscylinder in angemessener Distanz von der rückwärtigen Endkante der Stange genau

vertical und so aufgestellt, dass er von dem Schieber dieser Stange noch erreicht werden könne — hierauf der Schieber auf die Oberfläche des Stahlcylinders bis zur Berührung vorgeschoben, — seine Ablesung nebst jener der Thermometer aufgezeichnet, und der Aufhörpunkt mit der Spitze des sanft herabgelassenen Cylinders auf der Oberfläche des Bleiklotzes markirt — worauf der Cylinder wieder in seine frühere Stellung mit der Spitze etwa 1 Zoll vom Bleiklotze entfernt zurückgebracht, und in derselben erhalten wird. Durch den auf dem Klotze markirten Punkt werden zur Sicherung überdiess ganz feine Striche und zwar einer in der Richtung der Basis, der andere senkrecht darauf gezogen.

§. 21. Um die Zeit für die Wiedereinrichtung des Cylinders bei Fortsetzung der Messung zu ersparen, kann die Absenklungsvorrichtung gleich in ihrer Aufstellung belassen werden, — nur muss sie durch eine darüber gesetzte, mit Wachsleinwand überzogene Pyramide gegen Wind und Regen geschützt, unter die Aufsicht einer Wache gestellt sein, welcher zugleich die Obsorge über sämmtliches am Aufhörpunkte zusammengetragenes Basismessgeräth übertragen wird. Bei der Weitermessung bleibt der Bleiklotz den Tag über jederzeit an seiner Stelle, bis man ihn beim Aufhören zur neuen Absenklung wieder benöthiget, und zwar aus dem Grunde, weil dadurch bei dem besonderen Zufalle einer Verrückung des Apparates, oder bei einem ordnungswidrigen Vorgange in der Behandlung, der Verlust der Arbeitsergebnisse durch den liegen gebliebenen Bleiklotz beschränkt wird. Aus gleicher Vorsicht kann auch von Zeit zu Zeit auf einem 3 Zoll starken, mit einer aufgehefteten Bleiplatte versehenen Pflocke, welcher etwa 1½ Schuh tief in den Boden getrieben, und dann mit Wasen bedeckt wird, von der letzten Stange abgesenkelt werden.

§. 22. Dieses wäre überhaupt das Verfahren bei einer Basismessung, indessen sind hierbei noch folgende Vorschriften zu beobachten.

1. Soll während der Messung sich jeder Beobachter vorzüglich hüthen, aus Versehen an irgend eine bereits eingestellte Stange nur im mindesten zu stossen.
2. Sollen die Schieber, sobald der Vernier abgelesen ist, alsogleich wieder in ihre Leisten sanft zurückgezogen werden.
3. Sollen von je zwei und zwei bei der Basismessung verwendeten Individuen nach jeder Lage die zugewiesenen Beobachtungen in die Handbücher eingezeichnet, und noch vor dem Beginnen einer weiteren Messung collationirt werden.
4. Im Falle die Erhöhung der Basis über der Meeresfläche mittelst correspondirenden Barometersbeobachtungen hergeleitet wird, müssen während der Messung die Daten des an der Basis aufgestellten Barometers sorgfältig erhoben, und in das Handbuch eingetragen werden, um hier-

aus das nöthige Element zur Reduction der Basis auf den Meereshorizont zu erhalten.

5. Muss es die Sorge des mit der Leitung der ganzen Messung beauftragten Offiziers sein, das hier vorgezeichnete Verfahren nicht nur mit aller Umsicht und Genauigkeit in Vollzug setzen zu lassen, sondern auch die nöthigen Vorkehrungen zu treffen, dass während der ganzen Messungsoperation durch ausgestellte Schildwachen jede mögliche Beschädigung verhüthet werde.

Sechstes Capitel.

Von der Controlle der Basismessung.

§. 23. Sobald die Messung der Grundlinie nach einer Richtung beendet ist, wird dieselbe unter Beobachtung derselben Vorschriften in entgegengesetzter Richtung wiederholt.

Die Nothwendigkeit dieser zweiten Messung beruht auf dem Grunde, dass hierdurch eine unmittelbare Controlle und Versicherung des ersten Resultates erhalten wird.

§. 24. Zur ferneren Controllirung des durch die zweimalige Messung erhaltenen Basisresultates auf trigonometrischem Wege, dienen die ihr zu beiden Seiten noch unmittelbar anliegenden Dreiecke, deren Bildung bereits im §. 17. bezeichnet wurde.

Siebentes Capitel.

Von den Feldhandbüchern und dem auf die Basismessung bezüglichen Protocolle.

§. 25. Die Feldhandbücher müssen alle Rubriken, so wie die weiter unten beschriebenen Beobachtungsprotocolle, nebst jener des Tages und der Stunde der Messung enthalten. Sie müssen alle Daten mit der möglichsten Ausführlichkeit bezeichnen, und volle Verlässlichkeit gewähren.

Die Anfertigung des Basisprotocolles aber macht den Gegenstand der Winterarbeit der mit der Basismessung beauftragten Individuen aus, und enthält:

I. Die Relation über den bei der Messung stattgefundenen Vorgang, und was sonst hierauf Bezug hat.

II. Die topografische Beschreibung und Zeichnung der Basis-, End-, dann des Mittel- oder Brechungspunktes, nebst den reingezeichneten *à la vue* Aufnahmen.

III. Die Beobachtungsprotocolle, in welche die Daten aus dem Feldhandbuche eingetragen werden. Sie sind lithografirt und enthalten folgende vier Rubriken:

1. Die Stangenlage.
2. Die Nummern der Stangen.
3. Den Thermometerstand, und zwar:
 a) auf die Stange aufgelegt,
 b) in die Stange eingesenkt.
4. Die Lufttemperatur.
5. Die Länge des vorgezogenen Schiebers.
6. Die Ablesung am Niveau-Instrument:
 a) mit der Stellung des Beobachters gegen Nord oder Ost,
 b) mit der Stellung des Beobachters gegen Süd oder West,
 c) doppelter Neigungswinkel,
 d) einfacher in Graden.
7. Einfacher Neigungswinkel der Berührungslinie.
8. Reduction der Stangen auf den Horizont.
9. Höhenunterschied der Endpunkte jeder Stange.
 a) Bei steigendem,
 b) bei fallendem Terrain.
10. Besondere Umstände der Messung.
11. Datum, Witterung, allgemeine Bemerkungen und sonstige Angaben.

Von diesen Rubriken werden auf dem Felde nur die ersten fünf, und von der sechsten die untertheilten a) und b) eingetragen, hingegen die übrigen erst zu Hause durch die Berechnung gefunden.

IV. Das Register der Barometerbeobachtungen, bestehend aus den an der Basis und den gleichzeitig an einem anderen Punkte vorgenommenen Beobachtungsdaten, dessen absolute Höhe bereits bekannt ist, nebst den bezüglichen Correctionen.

V. Die tabellarisch-gesonderte Ermittlung der einzelnen Rechnungselemente.

VI. Die tabellarische Zusammenstellung dieser Elemente in ein Ganzes, um hieraus das gesuchte Resultat der Basislänge zu erhalten.

VII. Die Reductionen der auf solche Weise erhaltenen Basislänge.

1. Im Falle einer Brechung.
2. Auf die Meeresfläche.
3. Auf die Sehne, wodurch endlich das definitive Resultat der Basislänge festgestellt wird.

VIII. Das zur Controllirung der Basislänge auf trigonometrischem Wege gebildete Dreiecksnetz mit seiner Berechnung.

Für die Berechnung der hier von III. bis VIII. bemerkten Punkte enthält der zweite Theil dieser Instruction die nöthige Anleitung.

Sobald dieses Protocoll in allen Rubriken vollständig geordnet und ausgefertiget ist, wird es mit einem Inhaltsverzeichnisse versehen, und der Direction zur Einsicht und Aufbewahrung übergeben.

Achtes Capitel.

Von der Orientirung der Basis.

§. 26. Die Orientirung der Basis fällt gänzlich der Astronomie zu, und es wird hierüber das Nöthige im zweiten Hauptstücke erwähnt.

Sie besteht vorzüglich darin, dass man den Winkel ermittelt, welchen die Basis mit dem durch das nördliche oder südliche Ende gelegten Meridiane bildet, und der das Azimuth der Grundlinie genannt wird. Dasselbe kann entweder directe an der Basis, oder nach Umständen auch an einem anderen Punkte des Dreiecksnetzes gemessen werden, mit dem die Basis verbunden ist, in welch' letzterem Falle die Orientirung der Basis durch die Rechnung gefunden wird.

Durch eine solche Orientirung wird die Richtung aller übrigen Linien im Dreieckssystem gegen die Weltgegenden erfolgen, und folglich die zu verzeichnende Karte auf dem Papiere eben die Lage des Landes anzuzeigen im Stande sein, die dasselbe in der Natur auf der Erdoberfläche wirklich einnimmt.

II. Abschnitt.

Von der Bildung des Dreieckssystemes.

Erstes Capitel.

Von dem Dreiecksnetze überhaupt.

§. 27. Sobald die Grundlinie nach dem vorhergehenden Abschnitte ermittelt ist, sollen diejenigen Punkte aufgesucht werden, die mit derselben in Verbindung gebracht, am schicklichsten die ersten Dreiecke bilden, und gleichzeitig zur zweckentsprechenden Anordnung des ganzen Dreieckssystemes geeignet sind.

Bevor aber die Auswahl dieser Punkte wirklich festgesetzt sein kann, müssen einige allgemeine Betrachtungen über die Ausdehnung und Richtung des Dreiecksnetzes selbst, so wie über die vorzüglichsten Bedingungen der Dreiecke überhaupt vorangeschickt werden.

§. 28. Die Ausdehnung und Richtung des Netzes bleibt von dem Zwecke abhängig, ob ein ganzes Land, das ist ein Segment der Erdoberfläche, oder aber bloss einzelne Meridian- oder Parallel-Bögen gemessen werden sollen. Beim Beginnen der in der Monarchie ausgeführten trigonometrischen Vermessungen

wurde der Grundsatz festgestellt, das erstere Verfahren zu beobachten, da es dem beabsichtigten Zwecke einer Landesvermessung mit dem höchsten Grade der Genauigkeit entspricht, und zugleich die Mittel an die Hand gibt, das Mass was immer für eines in seinem Bereiche gezogenen Meridian- oder Parallel-Bogens zu bestimmen. Hierdurch ergibt sich aber auch die Nothwendigkeit, dass bei der Auswahl der das Dreiecksnetz bezeichnenden Punkte eines zu vermessenden Landes immer darauf Rücksicht genommen werden müsse, das Netz jederzeit wieder fortsetzen zu können.

§. 29. Was weiters die vorzüglichsten Bedingungen der Dreiecke betrifft, so müssen die Betrachtungen hauptsächlich auf ihre Winkel und Grösse der Seiten ausgedehnt werden. Dem zu Folge soll jedes Dreieck so viel möglich einem gleichseitigen sich nähern.

Denn es sei im Dreiecke ABC. (Taf. II. Fig. 5.) AC die gemessene Grundlinie, f der kleine bei jedem beobachteten Winkel begangene Fehler, und dBC die Differenz, um welche, der fehlerhaften Winkel wegen, die Seite BC grösser oder kleiner sich ergiebt, so ist

$$dBC = f.\ BC\ (\cot A - \cot B)$$

wenn die Fehler f der beiden Winkel im gleichen Sinne begangen wurden, und

$$dBC = \pm f.\ BC \frac{2 \sin C}{\cos (A - B) + \cos C}$$

wenn dieselben im entgegengesetzten Sinne statt fanden. Im ersten Falle ist die Differenz $= 0$, und im zweiten wird sie die möglichst geringste sein, wenn $\cos (A - B) = 1$, das ist $A = B$ nämlich die Winkel einander gleich; folglich das Dreieck gleichseitig ist.

§. 30. Da aber der Uebergang der nach §. 9 selbst auf 5000 Klafter limitirten Basis bis zu dem nach §. 33 bestimmten Normalmasse der Dreiecksseiten mit der Anforderung der gleichseitigen Dreiecke im Widerspruche steht, zudem natürliche Hindernisse äusserst selten diese Vorschrift auch nur annähernd beobachten lassen, so wird in Erwägung obiger Betrachtung festgestellt, dass in den Dreiecken, wenn es anders möglich ist, die Winkel nicht mehr als 90°, aber auch nie weniger als 40° betragen sollen—; nur bei Nebendreiecken kann von dieser Regel abgegangen werden.

§. 31. Es hat bisher bei der Ausführung geodätischer Operationen als Grundsatz gegolten, dass die Resultate für die wahre Länge grosser Erdbögen, überhaupt alle Entfernungen desto genauer angegeben werden, je geringer die Zahl der Dreiecke ist, wodurch ihre Grösse geschlossen wird, weil bei einer kleinen Anzahl von Dreiecken die Summe der unvermeidlichen Fehler auch desto geringer ausfällt, und weil eine Dreieckskette bei einer zuoftmaligen Uebertragung des Azimuthes von einem Punkte auf den anderen weniger einer Schwenkung ausgesetzt ist. Man hat daher getrachtet, die Seiten der Dreiecke so gross anzu-

nehmen, als es nur die Umstände erlauben, und die Sehekraft der Fernröhre gestattet.

Mehrfältige Erfahrungen jedoch haben gelehrt, dass aus zu grossen Dreiecken kein Vortheil für das Geschäft, weder auf Genauigkeit, noch hinsichtlich der Fortschritte entspringe, weil nur selten im Laufe eines Sommers solche atmosphärische Verhältnisse eintreten, welche befriedigende scharfe Messungen auf so grosse Entfernungen auszuführen gestatten.

§. 32. Ausserdem ist hier noch der spezielle Zweck ins Auge zu fassen, nach welchem die Triangulirung als Grundlage für die Länderaufnahme dienen muss. Dieses geschieht durch die Militär-Mappirung in jenen Ländern, wo keine Materialien des Katasters zum Grunde liegen, im Massstabe der Wiener-Zoll 400 Klafter $= \frac{1}{28800}$ der natürlichen Grösse, auf Blättern, deren jedes 24 Zoll zur Länge und 16 Zoll zur Höhe hat, und eine Militär-Aufnahms-Section genannt wird, — die somit nach dem verjüngten Masstabe in der Länge 9600 und in der Höhe 6400 Klafter umfasst.

Um nun jede einzelne Aufnahms-Section mit den nöthigen Stand- und Fixpunkten zu versehen, welche genau ohne Kettenmessung auf der Grundlage von trigonometrischen Punkten bestimmt sind, wird vor der Ausführnng der Detail-Aufnahme mit dem Messtische die sogenannte grafische Triangulirung, welche als eine Fortsetzung der trigonometrischen anzusehen ist, auf der Glassplatte vorgenommen.

Die grösste Dimension jedoch, welche man für eine solche zur grafischen Triangulirung dienende Glasplatte annehmen kann, darf füglich nicht 25 Zoll übersteigen, und da es zweckmässig befunden wurde, als Masstab nur die Hälfte jenes der Detail-Aufnahme, nämlich den Wiener-Zoll = 800 Klafter festzusetzen, so wird jede solche Tischplatte vier Sectionen enthalten. (Taf. II. Fig 6.)

§. 33. Als eine natürliche Folge dieser Eintheilung und Festsetzung geht also die Nothwendigkeit hervor, die trigonometrische Vermessung nach einem Systeme zu ordnen, wodurch für den Flächenraum eines Blattes der grafischen Triangulirung drei genau bestimmte Punkte erhalten werden, wovon wenigstens Einer die Aufstellung und Orientirung des Messtisches zulassen muss.

Es wird demnach festgesetzt, dass das Hauptnetz aus Dreiecken gebildet werde, deren Seiten zwischen 12000 und 20000, und nur in äussersten Fällen 24000 Klafter betragen.

Uebrigens versteht es sich von selbst, dass bei der Annäherung des Netzes an eine gemessene Basis, an welche dasselbe angebunden wird, sich die Seiten, so wie beim Ausgehen von einer Grundlinie, allmälig verkleinern müssen.

§. 34. In Fällen, wo das festgesetzte Seitenmass weit überschritten werden müsste, wäre jedenfalls, wenn in dieser Gegend nicht zufälligerweise durch die Bestimmung von Fixpunkten obiger Bedingung Genüge geleistet werden könnte, das grosse Netz mit einem secundären kleineren Dreiecke zu unter-

weben, welches wie natürlich nur mit einer bedeutenden Vermehrung an Zeit- und Kostenaufwand verbunden ist.

§. 35. Das Dreieckssystem der militärisch trigonometrischen Landesvermessung zerfällt sonach:

a) in Hauptdreiecke oder solche, wo alle drei Winkel gemessen sind, und zwar erster oder zweiter Ordnung, je nachdem sie zum Haupt- oder secundären Netze gehören.

b) In Nebendreiecke, die zur Bestimmung von Fixpunkten dienen, und von welchen nur zwei Winkel gemessen werden, der dritte aber durch die Rechnung zu finden ist.

§. 36. Die Hauptdreiecke, aus welchen das ganze trigonometrische Netz der Monarchie gebildet wird, müssen in einem solchen Zusammenhange stehen, dass sie Polygone, und sonach mehrfache Dreiecksketten bilden, welche eine gegenseitige Controlle gewähren. Die Nebendreiecke werden auf den Seiten eines Hauptdreieckes gebildet, ohne mit einander in einem weiteren Zusammenhange zu stehen. Sie dienen dazu in einer Dreieckskette ausgezeichnete fixe Objecte, als: Kirchthürme, Schlösser, Bergspitzen u. d. gl. zu bestimmen, und zugleich auch, um auf eine leichte, wenig kostbare Weise, eine grössere Anzahl trigonometrisch- bestimmter Punkte zu erhalten.

Zweites Capitel.

Von der Wahl der trigonometrischen Punkte oder von dem Recognosciren.

§. 37. Eine zweckmässige Wahl der trigonometrischen Punkte, welche das Dreieckssystem formiren sollen, trägt wesentlich zur Genauigkeit der Resultate bei. Der Triangulator, dem die Bearbeitung des Hauptnetzes anvertraut ist, muss bei der Wahl der Stationen und Austeckung der Dreiecke mit der grössten Vorsicht zu Werke gehen. Er darf dieselbe niemals dem ihm beigegebenen Gehülfen gänzlich überlassen, sondern er muss selbst die Hauptrecognoscirung in Begleitung des Gehülfen vornehmen, die Dreieckspunkte bestimmen, und die Gattung der zu errichtenden Signale angeben, da er allein für das ihm anvertraute Geschäft verantwortlich bleibt.

§. 38. Der Termin und die Localumstände bestimmen zwar die Punkte sehr häufig, doch kommt viel darauf an, dass man anfänglich mit der Feststellung der ersten Punkte, und der Errichtung von Signalen sich nicht übereile, sondern hierüber erst dann entscheide, wenn man sich die Hauptübersicht der ganzen zu bearbeitenden Strecke verschafft hat. Vorzugsweise wählt man zu Dreiecksstationen unbewaldete, und mit keiner sonstigen Cultur versehene Kuppen mit ungehinderter Aussicht, und trachtet auf alle Weise Schadenvergütungen zu vermeiden.

§. 39. Ist man aber unausweichlich bemüssiget, in der Nähe oder mitten in Wein- und Obstgärten solche trigonometrische Punkte zu wählen, so muss bei der Erbauung des Zeichens der Stand des Winkelmessers dergestalt erhöhet werden, dass man über den Gipfel der Weinstöcke und Obstbäume hinüber sehen könne. Nur im äussersten Nothfalle und auf eigene Verantwortung darf hier eine Beschädigung in diesen Culturen zur Erzielung einer Aussicht statt finden.

Für den Fall, als nach einer sorgfältig bewirkten Recognoscirung die Anordnung der Dreiecke und ihre Fortsetzung die Annahme eines Netzpunktes auf einer bewaldeten Kuppe unausweichlich erheischt, ist es dem Triangulator gestattet, Behufs der nöthigen Aussicht, eine Lichtung um das Signal herum vorzunehmen, oder nach Umständen Alleen von angemessener Breite und Länge durchhauen zu lassen. Ueber die Art sich in derlei Fällen zu benehmen, siehe §. 209.

§. 40. Kirchthürme zu trigonometrischen Hauptpunkten auszuwählen, ist eine Sache, die Erwägung verdient, denn oft ist der Raum im Innern mit dem Glockengerüste so verbaut, dass wegen der schwierigen Aufstellung die Beobachtungen nur äusserst mühsam und beschwerlich zu erhalten, und die Centrirungs-Elemente nicht hinreichend genau auszumitteln sind, oft werden auch einige Vorrichtungen nothwendig, die beträchtliche Kosten verursachen.

Indess wird es besonders in ebenen Gegenden, wo auf keine andere Weise die nöthige Aussicht und Verbindung der Dreieckspunkte zu erhalten ist, oft unvermeidlich mehrere Kirchthürme in das Netz zu ziehen; in diesem Falle muss so viel es angeht, darauf gesehen werden, dass nicht alle drei Punkte eines Dreieckes Kirchthürme seien. Als Nebenpunkte sind übrigens derlei Kirchthürme sehr zu empfehlen, weil sie der Nützlichkeit der trigonometrischen Vermessung mehr Ausdehnung geben, und weil sie weit länger als die künstlichen Signale unversehrt bleiben, auf topografischen Materialien leichter und sicherer aufgefunden werden, und daher auch das Bedürfniss der Geografie und Topografie zugleich besser befriedigen.

§. 41. Da übrigens nach §. 35 die Nebendreiecke bloss zwei beobachtete Winkel enthalten, folglich der Winkelprobe entbehren, so ist bei der Aussteckung darauf Bedacht zu nehmen, dass die Nebenpunkte aus drei Standpunkten collimirt werden können, um sich dergestalt ebenfalls eine Controlle und die Ueberzeugung von der Identität des collimirten Objectes zu verschaffen. Von dieser Regel kann nur dann abgewichen werden, wenn es nicht anders angeht, und über die Identität des Objectes von zwei Standpunkten aus, wegen seiner besonders erkennbaren Gestalt, kein Zweifel obwaltet; übrigens kann man sich von dieser Identität auch durch die Messung der Zenith-Distanzen überzeugen.

§. 42. Zur vorläufigen Prüfung, ob die zu Dreiecksstationen ausersehenen Punkte ein gutes Netz bilden, kann jede, wenn auch nur mittelmässige Karte von dem betreffenden Lande dienen. Der Trigonometer theilt die Karte nach einigen Anhaltspunkten in Aufnahms-Sectionen, bemerkt darauf die Punkte, die er vorläufig schon gewählt hat, oder zu wählen gesonnen ist, und beurtheilt daraus mit Hülfe des Mass-Stabes und eines Transporteurs, ob das Netz vorschriftsmässig gebildet sei.

§. 43. Am regelmässigsten geschieht die Bildung des Dreiecksnetzes mit Hülfe eines Aussteck- oder Detaillir-Tischchens, dessen Gebrauch auch sonst noch das Recognoscirungs-Geschäft erleichtert.

Die Behandlung desselben gleicht der eines Messtisches. Das auf dem Brettchen aufgespannte Blatt wird in Aufnahms-Sectionen nach dem Mass-Stabe 1 Zoll = 8000 Klafter eingetheilt, und hierauf entweder die gemessene Basis, oder eine schon bekannte Dreiecksseite gehörig aufgetragen. Auf diese Weise kann der Trigonometer auf jedem von ihm recognoscirten Punkte einen Stand machen, und mit Benützung des Diopter-Linials und Orientirung der Boussole eine kleine grafische Triangulirung der zu Dreiecksstationen ausgewählten Punkte vornehmen, nachdem diese vorher, wenn sie nicht ausgezeichnet und leicht erkennbar sind, mit einer provisorischen Bezeichnung versehen, oder nach Umständen selbst durch Signalfeuer kennbar gemacht werden. Mit Hülfe eines Transporteurs und Mass-Stabes wird der Trigonometer nicht nur bald erkennen, ob die gewählten Punkte zur Bildung eines Netzes geeignet seien, oder nicht, sondern auch bei gehöriger Behuthsamkeit ein recht brauchbares Triangulirungs-Skelett zu verfertigen im Stande sein.

Ist die Wahl der Punkte einmahl festgesetzt, so wird unmittelbar zur Errichtung der Signale auf denselben geschritten.

Drittes Capitel.

Von den trigonometrischen Zeichen (Signale).

§. 44. Die trigonometrischen Zeichen theilen sich in drei Gattungen, nähmlich:

1. Künstliche Zeichen, oder solche, die von Grund aus aufgebaut werden müssen.
2. Natürliche, das ist solche vorhandene Objecte, welche vermöge ihrer Lage und Gestalt eine sichere Pointirung zulassen: gewöhnlich sind sie Kirch- oder Schlossthürme, freistehende Säulen, Kapellen, u. s. w.
3. Gemischte Signale, oder solche vorhandene Gegenstände, die einer gewissen Zurichtung bedürfen, um als trigonometrische Zielpunkte brauchbar zu werden, z. B. Thürme ohne Bedachung, Ruinen, Dächer an denen kein sicheres Absehen zu finden ist. u. dgl.

§. 45. Die trigonometrischen Zeichen sind als ein Gegenstand der grössten Aufmerksamkeit zu betrachten, da deren Gestalt und Grösse einen wesentlichen Einfluss auf die Zuverlässigkeit der Winkelmessung haben, daher wird es nothwendig, die erforderlichen Eigenschaften eines trigonometrischen Signales hier besonders zu berühren. Dasselbe soll:

1. Eine geeignete Gestalt und angemessene Grösse haben, die eine scharfe Collimirung zulässt.
2. Hinreichende Solidität besitzen, um den Wirkungen der Elemente und den heftigen Stürmen, welchen vorzüglich die Hochpunkte ausgesetzt sind, wenigstens auf die Dauer seines Bedarfes zu widerstehen.
3. Eine feste unwandelbare Aufstellung des Instrumentes gestatten.
4. Die Beobachtung aus dem Centrum, und wo diess durchaus nicht angeht, eine genaue Erhebung der Centrirungs-Elemente zulassen, endlich
5. soll die Erbauung nicht zu kostspielig ausfallen.

§. 46. Die bei der trigonometrischen Vermessung vorkommenden künstlichen Zeichen sind:

1. Gewöhnliche hölzerne Pyramiden.
2. Hölzerne Pyramiden mit erhöhtem Stande.
3. Gerüst-Pyramiden.
4. Steinerne Signale.
5. Signal-Stangen.

§. 47. Die Erfahrung hat gezeigt, dass die vertical stehenden hölzernen Pyramiden von regulärer vierseitiger Gestalt mit einem Vierecke zur Grundfläche den Winkelbeobachtungen am besten entsprechen.

Die Höhe derselben, das ist des aus der entferntesten der umliegenden Stationen sichtbaren Theiles, darf der Deutlichkeit wegen nicht unter einem kleinern Winkel, als dem von 25 bis 30 Secunden im Felde des Fernrohres erscheinen, das ist: die Höhe soll ungefähr $\frac{1}{7000}$ der Entfernung betragen, und richtet sich folglich nach der grössten Entfernung, aus welcher das Signal pointirt werden soll.

Die Sichtbarkeit wird aber nicht allein durch die Höhe, sondern vorzüglich durch den Körper der Pyramide, und durch die Grösse des Winkels an ihrer Spitze erreicht.

Eine zu dünne Spitze ist doppelt schädlich, denn sie beeinträchtiget die Solidität des Zeichens, und verschwindet bei minder günstigen athmosphärischen Umständen leicht unter dem Fadenkreutze im Fernrohre; eine zu stumpfe Spitze dagegen lässt immer eine Ungewissheit in der Pointirung übrig. Es wird daher festgesetzt, dass man für die Breite der Basis zwei Drittel der verticalen Höhe des Signales annehme.

3*

§. 48. Bei der Aussteckung der Grundfläche eines Zeichens, muss darauf gesehen werden, dass die vier Säulen der Pyramide die Aussicht vom Mittelpunkte aus, in der Höhe des Instrumentes, nach den damit in Verbindung stehenden Dreieckspunkten nicht hindern, damit man nicht etwa bei der Winkelmessung eine Centrirung unter der Pyramide vorzunehmen genöthiget sei, auch ist es vortheilhaft, die Diagonalen der Basis, wenn diess geschehen kann, ohne die Aussicht zu hindern, nach den Weltgegenden zu orientiren, wodurch das Signal mehr Fähigkeit erhält, den Nord- und Westwinden zu widerstehen.

§. 49. Wo es nur thunlich, müssen die vier Säulen der Pyramide der grösseren Festigkeit wegen, in 2 bis 3 Schuh tiefe Löcher eingelassen, und diese Löcher dann gut mit Erde und Steinen verstampft werden. Desgleichen ist die Sohle der vier Löcher festzustossen, oder wenn das Erdreich weich ist, mit einem starken Steine oder Holzklotze zu belegen, um einer Nachsenkung vorzubeugen. Ueberhaupt aber wird besonders eine hohe Pyramide, wenn sie nicht unmittelbar auf Felsen oder auf festem Grunde steht, immer einige Tage brauchen um sich zu setzen.

§. 50. Zu hölzernen Pyramiden werden am besten ausgetrocknete Bauholzstämme von weichem Holze ohne Rinde im unbehauenen runden Zustande verwendet; die Stärke derselben richtet sich nach ihrer Länge dergestalt, dass Stämme von 4 Klafter Länge am oberen dünneren Ende 5 bis 6 Zoll, am unteren aber 8 bis 10 Zoll Durchmesser haben, und in diesem Verhältnisse bei grösserer Länge unten an Stärke zunehmen.

Pyramiden aus Stämmen, von einer solchen Holzstärke erbaut, werden acht bis zehn Jahre dauern können, welches für den vorgesetzten Zweck genügt.

Zu allen übrigen bei dem Pyramidenbaue vorkommenden Verbindungshölzern als: Querriegel, Rahmen u. dgl. genügen 6 bis 9zöllige in zwei gespaltene, oder 4 bis 6zöllige ganze Stämme.

Die Verbindung der Stämme und Querriegel unter sich geschieht ausser der Verzapfung noch mit 8 bis 10 Zoll langen eisernen Anzugnägeln und zu der im §. 52 angedeuteten Verschallung werden gewöhnliche eiserne Lattennägel verwendet.

§. 51. Die Errichtung einer hölzernen Pyramide ist so einfach und leicht, dass jeder Landzimmermann im Stande sein wird, nach Angabe des Zeichenerrichters ein solches Signal zu bauen. Zur grösseren Verständlichkeit dient übrigens die in der Taf. II. Fig. 7, 8, 9 dargestellte normalmässig gebaute Pyramide im Grundrisse, Ansicht und Aufrisse. Die Taf. II. Fig. 10 und 11 zeigt die Vereinigung der Hölzer zur Bildung der Spitze, die einige Aufmerksamkeit erfordert.

§. 52. Von der Spitze der Pyramide herab bis auf 6 Schuh oberhalb ihrer Grundfläche werden ihre Seitenflächen mit Brettern verschallt, die dergestalt an einander gereiht werden, dass zwischen ihnen eine Oeffnung von 3 bis 4 Zoll

bleibe, damit sich der Wind durchziehen könne, ohne seine ganze Gewalt gegen den verschallten Theil ausüben zu müssen.

Diese Zwischenräume dürfen nicht vergrössert, und eben so wenig schmale Bretter zur Verschallung verwendet werden, weil sonst die Pyramide zu durchsichtig, und auf grössere Entfernungen undeutlich würde.

In manchen Fällen kann die Sichtbarkeit der Pyramiden bedeutend verstärkt werden, wenn man sie um einige Bretter noch weiter herab verschallt, was jedoch nur dann geschehen darf, wenn dadurch der Bau einer kostspieligeren Pyramide von einer grösseren Höhe vermieden wird.

§. 53. Endlich wird die Verschallung der Pyramide zur Erhöhung ihrer Sichtbarkeit noch schwarz oder weiss angestrichen, je nachdem sie sich gegen den Himmel überhaupt auf einen lichten, oder auf einen dunkeln Hintergrund projicirt. Ersteres geschieht mit grobem Kienruss in Leimwasser aufgelöst, letzteres mit Kalk.

Nach den umgebenden Standpunkten kann es sich ereignen, dass die eine Seite des Signales weiss, die andere schwarz angestrichen werden muss. Diess zu beurtheilen, bedient sich der Zeichenerrichter eines mit einer Spitze versehenen Stockes, auf dessen oberem Theile sich ein Lineal seitwärts angeschraubt vertical bewegen lässt. (Taf. II. Fig. 12.)

Will er nun untersuchen, wohin der Punkt, worauf er steht, von einem andern Standpunkte gesehen, sich projiciren wird, so visirt derselbe längs der obern Kante des Lineals nach diesem Punkte. Die Verlängerung der Visirlinie nach rückwärts wird sodann hinlänglich genau den Ort andeuten, wohin das Signal sich projiciren wird, und hiermit die Farbe bestimmen, welche die Pyramide in dieser Richtung erhalten muss.

§. 54. Bei der Aufstellung der Pyramide muss vorzüglich darauf gesehen werden, dass die Spitze derselben mit dem Mittelpunkte der Grundfläche, nämlich die Achse des Zeichens und das Centrum des trigonometrischen Standes genau übereinstimmen, was nur dann statt finden kann, wenn sie vorschriftsmässig als eine gleichseitige Pyramide gebaut ist.

Regen, starke Hitze und Winde, Nachgiebigkeit des Bodens und andere Zufälle üben ohnehin schon einen nachtheiligen Einfluss aus, daher Nachlässigkeit im Baue wohl zu vermeiden ist.

§. 55. Die Mittelpunkte der trigonometrischen Stationen des Hauptnetzes sollen auf eine dauerhafte Art bezeichnet werden, damit es auch noch in spätern Zeiten möglich bleibe, diese mit Mühe und Kosten bestimmten Punkte für manche Staats- und Privatzwecke zu benützen, nach Umständen die Operation selbst zu prüfen und nach Bedarf weiter zu vervollkommnen.

Die Bezeichnung geschieht äusserlich mittelst eines behauenen Steines von 3 bis 4 Schuh Länge, 1 Schuh im Gevierte, welcher oben stumpf pyrami-

dalisch zugespitzt ist. Dieser Stein wird im Mittelpunkte der Station, nämlich genau an die Stelle, wo das von der Spitze der Pyramide herabgelassene Senkblei hinweiset, bis auf einen Schuh eingegraben, und wo es thunlich ist, durch eine Vermauerung gegen weitere Verrückung aus seiner Lage gesichert. (Taf. III. Fig. 13. und 14.) Auf einer Seite des Steines sind folgende abgekürzte Worte einhauen zu lassen.

OPER.

ASTR. TRIG.

IMP.

F. I.

18..

nämlich: *Operatio astronomica trigonometrica imperante Ferdinando I. 18..*

§. 56. Ausser dieser ausserordentlichen Bezeichnung des Centrums darf man nicht unterlassen, durch einige unter der Oberfläche des Bodens versenkte Merkmale dafür zu sorgen, dass die Auffindung der wahren Stelle des Mittelpunktes sicher gestellt werde; wenn einstens der Markirungsstein durch was immer für eine Veranlassung verloren gehen sollte. Hierzu dienen Scherben von Glas oder Töpfergeschirre, Ziegelstücke, Kohlen und dergleichen der Verwesung nicht unterliegende Gegenstände. Auch können öfters zur leichteren Auffindung des wahren Centrums einige nahe gelegene äusserliche Merkzeichen oder Terraingegenstände benützt werden.

§. 57. Da übrigens durch diese Bezeichnung der Boden nothwendigerweise ausgehoben wird, und die Erde nicht sogleich wieder ihre Festigkeit gewinnen kann, die bald darauf folgende Aufstellung des Instrumentes zur Winkelbeobachtung aber eine bedeutende Unsicherheit zur Folge hätte, so ist, im Falle der Zeichenbau nicht längere Zeit vor der Beobachtung geschieht, diese Mittelpunktsbezeichnung durch den Trigonometer erst nach vollendeter Beobachtung vorzunehmen, und bis dahin der Mittelpunkt blos durch einen Pflock zu markiren.

§. 58. Wegen Mangel an Steinhauern, oder wegen weiter Entlegenheit, dürfte es manchmal unmöglich werden, diese Bezeichnungsart anzuwenden. In diesem Falle hat der Triangulator den Mittelpunkt mit einem auf diese Art zugerichteten Klotze aus Eichen- oder Lerchenholz von 6 bis 8 Zoll im Gevierte, und angemessener Länge zu bezeichnen, auf dessen Spitze ein eiserner Nagel einzuschlagen ist.

Um das muthwillige Herausreissen zu verhindern, ist es zweckmässig, einen solchen Markirungsklotz unten mit einem Kreutze zu versehen. (Taf. III. Fig. 15 und 16.)

§. 59. Oft ist es räthlich zur besseren Erhaltung einer solchen Dreiecksstation, oder, wenn eine Erhöhung des Standes beabsichtiget würde, einen mächtigen Stein- oder Erdhaufen (Sockel) um sie herum aufführen zu lassen, welch letzteres vorzüglich in den Ebenen Ungarns, wo Markirungssteine schwer aufzubringen sind, zu empfehlen bleibt. Da jedoch durch das unvermeidliche Herumtreten auf dem Sockel während der Winkelbeobachtung dem Instrumente erschütternde Bewegungen mitgetheilt würden, welche unrichtige Beobachtungs-Resultate zur Folge haben, so ist in solchen Fällen ein isolirter Stand für den Beobachter herzustellen, welches dadurch geschehen kann, dass in die Pyramidenstämme Querriegel eingelassen und darüber Bretter befestiget werden. (Taf. III. Fig. 17 und 18.)

§. 60. Die Standpunkte mit Steinsockeln werden auch auf felsigem Grunde angewendet, wo das Aushöhlen der vier Löcher für die Pyramidenstämme zu zeitraubend und kostspielig wäre.

In diesem Falle kann die Pyramide frei aufgestellt werden, die vier Füsse sind mittelst Querriegeln, welche am Boden aufliegen, mit einander verbunden, und dann mit einer hinlänglichen Steinmasse, welche den Sockel bildet, nach Erforderniss der Stärke und Höhe des Zeichens beschwert. Die Zeichen von 3 Klafter verticaler Höhe über dem natürlichen Boden brauchen einen Sockel von 3 Zoll. (Taf. III. Fig. 19, 20 und 21.)

§. 61. Bei der Errichtung hölzerner Pyramiden auf dem Gipfel hoher steiler Berge ist die Herbeischaffung der erforderlichen Materialien, besonders langer Baumstämme immer beschwerlich und kostspielig. Da auf solchen selten besuchten Stellen weniger muthwillige Beschädigungen zu fürchten sind, so kann die Pyramide von der Spitze abwärts bis an den Boden gänzlich, jedoch mit Belassung vierzölliger Zwischenräume verschallt, dagegen die Höhe derselben um so viel als sonst der Zwischenraum vom Boden bis zur Verschallung beträgt, nämlich um eine Klafter, dem Zwecke unbeschadet, vermindert werden. Für die Zeit der Beobachtung öffnet man sodann nach Erforderniss der Aussicht und Beleuchtung nur die im Wege stehenden Bretter.

§. 62. In einem flachen, wenig ausgezeichneten Terrain, oder in hügeligen mit dichten Waldungen bedeckten Gegenden, in Wein- und Obstgärten, dann zwischen Gestrippe und Gebüschen ist man öfters in die Nothwendigkeit versetzt, den Stand des Winkelmessers zu erhöhen, um die nöthige Aussicht zu gewinnen, besonders, wenn die Wegräumung der hindernden Gegenstände entweder gar nicht, oder nur mit vieler Mühe und Kostenaufwand geschehen kann. Jedenfalls muss aber der Trigonometer früher wohl überlegen, welches Verfahren vorzuziehen sei, und im Falle er sich für die Erhöhung des Instrumentenstandes entscheidet, vorerst bedacht sein, diesem die unbedingt- nothwendige Festigkeit und Unwandelbarkeit zu geben. Daher darf weder die Pyra-

mide noch der Stand, welchen der Beobahter während der Messung einnimmt, mit dem eigentlichen Instrumentenstande in Verbindung gesetzt werden, sondern letzterer muss stets isolirt dastehen, damit sich keine Art von Erschütterung mittheilen, und die so nachtheiligen Folgen für die Sicherheit der Winkelbeobachtungen ergeben können.

§. 63. Die Bauart eines Zeichens, dessen Stand nicht über 12 Fuss beträgt, ist aus der Taf. IV. Fig. 22 u. 23 zu entnehmen.

Bei der Herstellung des Instrumentenstandes kömmt übrigens zu berücksichtigen, dass derselbe zur geeigneten Aufstellung eines 12zölligen Theodoliten, eine Stärke von 14 ½ bis 15 Zoll im Durchmesser haben müsse.

Auch ist die Gelegenheit nie unbenützt zu lassen, falls sich auf einer zum trigonometrischen Punkte ausersehenen bewaldeten Kuppe ein Eichen-, Buchen- oder sonstiger Laubholzbaum von solcher Stärke befände, diesen auf die gehörige Höhe abzuschneiden. Hierdurch wird immer ein vortrefflicher, keinen Erchütterungen ausgesetzter Instrumentenstand erhalten, und zugleich eine auf viele Jahre dauernde Markirung des Mittelpunktes erreicht. Wo diess aber nicht thunlich ist, auch sonst keine Stämme von dieser Stärke zu erhalten wären, so kann auf die für den Instrumentenstand eingesetzte dünnere Säule, eine aus starken Brettern (Pfosten) gut zusammengefügte Scheibe von 15 Zoll Durchmesser gehörig mit Nägeln befestiget werden. Weniger als 9 bis 10 Zoll im Durchmesser darf der Stamm niemals haben.

Zur Erzielung der Festigkeit wird derselbe bei 3 Schuh tief in die Erde eingesenkt, und überdiess noch mit einigen Streben verstärkt.

§. 64. Erfordert der Stand eine Höhe über 12 Schuh, so ist es am angemessensten, eine Pyramide mit Gerüst zu errichten. (Taf. IV. Fig. 24 u. 25.) Das Gerüst wird aus vier einzelnen Stämmen, die mehrere Fuss in die Erde eingesetzt und durch Querriegel mit einander verbunden sind, hergestellt, und zur Collimirung oben eine kleine 1 Klafter hohe Pyramide aufgesetzt; das Gerüst selbst aber herab, bis auf 6 Zoll ober der Visirlinie des Winkelmessers mit Brettern verschallt. Für solche Gerüste ist das entsprechendste Verhältniss der Basisseite zur Höhe wie 1 zu 2, in keinem Falle aber weniger als ein Drittel der Höhe, weil sonst die Pyramide zu wenig Grundfläche hätte, um starken Windanfällen widerstehen zu können. Aus diesem Grunde müssen auch die Gerüstsäulen, so wie der Instrumentenstand, mittelst mehrerer in verschiedenen Höhen angebrachten Streben, die nöthige Verstärkung erhalten.

Bei sehr hohen Gerüsten ist es nöthig, der Solidität wegen, die Gerüstsäulen bis etwa auf ihre halbe Höhe zu verdoppeln.

In Nadelholzwäldern erleichtert manchmal die Lage der Bäume die Aufrichtung einer Gerüstpyramide, wie Taf. V. Fig. 27. zeigt, wo der Stand des Instrumentes um 33 Schuh über dem natürlichen Boden erhoben wäre.

Bei eingesetzten Instrumentenständen aber ist es nicht räthlich, besonders wo es sich um scharfe Beobachtungen handelt, dieselben mehr als **20** Fuss über den Boden zu erhöhen, weil man dann trotz aller Verstärkungsmittel ihnen nicht mehr die nothwendige Solidität geben könnte.

§. 65. Die Ausmassen der Pyramiden mit erhöhtem Stande, sowohl als der Gerüstpyramiden, hängen nicht so sehr von der Entfernung, als vielmehr von den Lokal-Umständen ab, und es lassen sich daher auch keine Normalmassen festsetzen. Da indessen für den Instrumentenstand stets eine solche Höhe angenommen werden muss, dass man über die im Wege stehenden Hindernisse frei hinweg sehen könne, so ergibt sich die Gesammthöhe des Signales dadurch, dass die der Entfernung proportionirte Höhe der Verschallung noch dazu geschlagen wird. Natürlich darf auf die Höhe des aufzustellenden Instrumentes, so wie darauf nicht vergessen werden, dass zwischen dem eigentlichen Visirstrahle desselben, und dem unteren Verschallungsrande der Zwischenraum von 3 bis 4 Zollen gelassen werde.

Bei der so ermittelten Höhe und dem ausgesprochenen Grundsatze zwei Drittel davon als Basisseite anzunehmen, dann den Behelfen, welche die vorstehenden Paragraphe anbieten, wird wohl leicht jeder im Stande sein, die Ausmassen festzusetzen.

§. 66. Auf hohen, schwer zu besteigenden Felsgebirgen, ist die Errichtung eines hölzernen Signales mit so vielen Beschwerlichkeiten und Unkosten verbunden, besonders wenn der zu bezeichnende Punkt von bewohnten Orten weit entlegen, dass man zu ganz steinernen Zeichen, wozu das Materiale gewöhnlich in der Nähe vorhanden ist, seine Zuflucht nehmen muss.

Ein solches Signal besteht aus trockenem Mauerwerke, dessen innerer Raum mit Steinen ausgefüllt ist, lässt keine Aufstellung des Instrumentes im Centro zu, und ist daher in jeder Beziehung nicht so vortheilhaft, als hölzerne Pyramiden.

Für die Hauptdreiecke ist diese Gattung Zeichen so viel möglich zu vermeiden, hingegen kann für Nebenpunkte im Hochgebirge ein steinerner abgestutzter Kegel, oder eine vierseitige Pyramide, in deren Achse ein gerader Baum mit einem Busche von 4 bis 5 Fuss Höhe steckt, zweckmässig verwendet werden. (Taf. V. Fig. **28**, **29**, **30** und **31**.)

§. 67. Die Ausmassen eines Steinsignales können wegen der meist ausgezeichneten Lage und günstigen Projection kleiner sein, als jene einer hölzernen Pyramide, und das Verhältniss der Höhe zur Basis kann wie **2 : 1** angenommen werden.

Die Gebirgsbewohner sind grösstentheils schon geübt, trocken zu mauern. Der Zeichenerrichter hat also, nachdem er durch Hülfe einiger Stangen oder Bretter das Signal profilirt hat, bloss darauf zu sehen, dass durch Ausstopfung der Fugen mit Moos, Wurzelwerk, Rasen, oder in Ermanglung dessen durch etwas aufgestreute Erde, eine gute Verbindung erzielt werde.

Nach Erforderniss wird sodann ein solches Signal, ebenso wie eine hölzerne Pyramide schwarz oder weiss angestrichen; ist aber der Stamm des Busches noch deutlich zu erkennen, so wird jeder Anstrich entbehrlich.

§. 68. Für kleine Ausfüllungsdreiecke zu Nebenpunkten, so wie zur Collimirung vorhandener ausgezeichneter Fixpunkte, z. B. Ruinen, in welchen übrigens kein sicheres Absehen zu finden ist, kann man sich einfacher Signalstangen bedienen. Diese bestehen aus einem 9 bis 12 Fuss hohen, und 5 bis 8 Zoll dicken, rund oder vierkantig behauenen Baumstamme, den man wenigstens 2 ½ Fuss tief in die Erde setzt, und mittelst einiger Seitenstreben in seiner verticalen Lage erhält. Die Spitze wird mit einem starken Busche von Stroh oder Reisig versehen, und die Stange nach Beschaffenheit des Hintergrundes weiss oder schwarz angestrichen. (Taf. V. Fig. 32, 33 und 34.)

Beim Aufstellen des Theodoliten oder Messtisches über einem solchen Punkte wird die Stange selbst aus der Erde gehoben, und nach vollendeter Beobachtung wieder eingesetzt; das Loch muss demnach, wie es die Figur zeigt, mit einem Kasten aus Pfosten oder starken Brettern ausgefüttert, und unten gegen das muthwillige Herausreissen mit einem Kranze aus starken Latten versehen werden.

§. 69. Es ist bei der Zeichenerrichtung von Wichtigkeit, dass der damit beauftragte Offizier die Erfordernisse an Holz und sonstigem Materiale, besonders, wenn dieses aus der Ferne herbeigeschafft werden muss, mit ziemlicher Genauigkeit zu bestimmen wisse. Die nachstehenden Tabellen, worin die Ausmassen nach den verschiedenen Entfernungen festgesetzt sind, und in Zukunft als Richtschnur zu dienen haben, werden Jeden leicht in den Stand setzen, die bemerkte Material-Erforderniss vorher mit grosser Genauigkeit auszumitteln, und dadurch dem Mangel, so wie dem Ueberflusse und den damit verbundenen unnöthigen Auslagen, vorzubeugen.

§. 70.

I. Tabelle.

Ausmass einer gewöhnlichen hölzernen Triangulirungs-Pyramide. (Taf. II. Fig. 7, 8, 9.)

Entfernung.	Festgesetzte Normalmasse.				Daraus folgt				
	Ganze verticale Höhe über dem natürlichen Boden. DC	Basis im Horizont des natürlichen Bodens.		Verticale Höhe der Verschallung. DE′	Länge der Stämme.		Verschallung.		
		Basisseite AB	Diagonale der Basis. AN		Von der Spitze bis an den natürlichen Boden im Horizont des Mittelpunktes. AD	Von der Spitze bis an das untere Ende der Verschallung. DF	Höhe der schiefen Flächen von der Spitze abwärts. DI	Untere Breite FG	Flächeninhalt einer Seite der Pyramide
	Im Horizonte des Mittelpunktes								
10000°	15′. 0″	10′. 0″	14′. 1″,7	9′. 0″	16′. 7″,0	9′. 11″,4	9′. 5″,7	6′. 0″	33,17 □′
12000	16. 6	11. 0	15. 6,7	10. 6	18. 2,9	11. 7,3	11. 0,8	7. 0	44, 3
14000	18. 0	12. 0	16. 11,6	12. 0	19. 10,8	13. 3,2	12. 7,8	8. 0	56,95
16000	19. 6	13. 0	18. 4,6	13. 6	21. 6,7	14. 11,1	14. 2,7	9. 0	71,15
18000	21. 0	14. 0	19. 9,6	15. 0	23. 2,6	16. 7,0	15. 9,7	10. 0	86,96
20000	22. 6	15. 0	21. 2,5	16. 6	24. 10,5	18. 2,9	17. 4,7	11. 0	104,35
22000	24. 0	16. 0	22. 7,6	18. 0	26. 6,5	19. 10,8	18. 11,7	12. 0	123,33
24000	26. 0	17. 4	23. 6,1	20. 6	28. 8,9	22. 1,3	21. 1,0	13. 4	151,09

§. 71.

II. Tabelle.

Ausmass hölzerner Pyramiden mit Steinsockeln auf hohen Bergen bloss frei gestellt und durchaus verschallt. (Taf. III. Fig. 19, 20, 21.)

Entfernung	Festgesetzte Normalmasse.						Daraus folgt				
	Ganze Höhe über dem natürlichen Boden = H.	Basis im Horizont des natürlichen Bodens.		Steinsockeln.				Verschallung.			Länge der Pyramidensäulen von der Spitze bis an den Horizont des natürlichen Bodens.
		Seite AB	Diagonale AN	Senkrechte Höhe = a	Seite der Basis an der unteren Fläche KR	Seite der Basis an der oberen Fläche OP	Kubikinhalt	Höhe der schiefen Flächen	Untere Breite FG	Flächeninhalt.	
10000°	11′. 0″	7′. 4″	10′. 4″,5	2′. 0″	9′. 4″	8′. 0″	150,2	9′. 5″,8	6′. 0″	33,2 □′	12′. 1″,9
12000	12. 6	8. 4	11. 9,5	2. 0	10. 4	9. 0	186,9	11. 0 ,8	7. 0	44,3	13. 9,8
14000	14. 6	9. 8	13. 8,0	2. 0	11. 8	10. 0	234,7	13. 2 ,1	8. 4	61,5	16. 0,4
16000	16. 0	10. 8	15. 1,0	2. 6	12. 8	11. 0	350,0	14. 9 ,1	9. 4	76,3	17. 8,2
18000	17. 6	11. 8	16. 6,0	2. 6	13. 8	12. 0	411,7	16. 4 ,1	10. 4	92,6	19. 4,2
20000	19. 0	12. 8	17. 11,0	2. 6	14. 8	13. 0	478,4	17. 11 ,0	11. 4	110,5	21. 0,6
22000	21. 0	14. 0	19. 9,6	3. 0	16. 0	14. 0	675,0	20. 0 ,3	12. 8	136,9	23. 2,6
24000	23. 0	15. 4	21. 8,2	3. 0	17. 4	15. 4	800,3	22. 1 ,6	14. 0	166,0	25. 5,1

§. 72.

III. T a b e l l e.

Ausmass steinerner Signale. (Taf. V. Fig. 28, 29, 30 u. 31.)

Entfernung.	Verticale Höhe von der oberen Fläche des Signales bis auf den natürlichen Boden = H.	Für abgestutzte vierseitige Pyramiden.		Für abgestutzte Kegel.	
		Basisseite der Grundfläche AB.	Kubikinhalt	Durchmesser der Grundfläche	Kubikinhalt.
10000°	7′. 0″	5′. 6″	112′,0	5′. 6″	88′,0
12000	8. 0	6. 0	114,5	6. 0	113,5
14000	9. 0	6. 6	182,3	6. 6	143,1
16000	10. 6	7. 3	249,5	7. 3	196,0
18000	12. 0	8. 0	330,8	8. 0	259,8
20000	13. 0	8. 6	393,3	8. 6	309,0
22000	14. 0	9. 0	462,9	9. 0	363,5
24000	15. 0	9. 6	540,0	9. 6	424,1

§. 73. Hinsichtlich der Waldlichtungen kömmt noch zu bemerken, dass zur Erzielung der nöthigen Deutlichkeit eines im Walde stehenden Signales, die Durchschläge wenigstens die dreifache Basisseite der Pyramide zur Breite erhalten müssen, da nach der Erfahrung bei einem engen Durchhaue wegen des zu kleinen Sehewinkels, die Signale sich sehr schwer aus einer grossen Entfernung von dem sie zunächst umgebenden Walde unterscheiden lassen.

§. 74. Sobald endlich ein Zeichen auf einer Dreiecksstation errichtet ist, hat der zeichenbauende Offizier die nächste Ortsobrigkeit, auf deren Gebiet es steht, mit der Aufforderung in Kenntniss zu setzen, dasselbe auch schon in der Zwischenzeit, bis der Auftrag hierzu von der Landesstelle ergeht, gegen muthwillige Beschädigungen bestens zu schützen.

§. 75. In der Regel sind die natürlichen Zeichen mehr zu Fix- als Standpunkten geeignet. Im §. 40 ist die Unzulässigkeit solcher Zeichen für das Hauptnetz, so wie auch die Ursache davon angegeben. Für den Fall, als keine andere Wahl erübriget, muss der Triangulator eine besondere Vorsicht bei der Aufstellung des Instrumentes beobachten, damit es ja keiner Erschütterung unterliege, und dadurch eine Unverlässlichkeit in den Beobachtungen verursache. Er wird sich daher am besten der gemauerten Glockenfenster bedienen.

§. 76. Die Herrichtung der gemischten Zeichen, um Ruinen und sonstige schon vorhandene Bauwerke zu trigonometrischen Dreiecksstationen, oder bloss zu Nebenpunkten brauchbar zu machen, beschränkt sich meistens darauf, durch Aufstellung einer kleinen Pyramide oder einer Signalstange, einen deutlich hervortretenden Zielpunkt zu erhalten. Auch kann es manchmal noth-

wendig werden, einen geeigneten Stand zur Aufstellung des Instrumentes vorzurichten. Da diess aber nur immer von der Localität abhängig ist, so können hierüber keine bestimmten Regeln angegeben werden; im allgemeinen aber wird die Anleitung zur Errichtung künstlicher Zeichen dem Trigonometer bald die geeigneten Mittel für jeden einzelnen Fall an die Hand geben.

Viertes Capitel.

Von dem Gebrauche der Heliotropen anstatt Signalen.

§. 77. Der Heliotrop ist ein mit Spiegeln versehenes Instrument, mittelst welchem man die Sonnenstrahlen auffängt, und einem entfernten Beobachter zuwirft, der das reflectirte Sonnenbild als einen glänzenden Stern, und zwar, je nachdem die atmosphärischen Umstände günstig sind, von erster, zweiter, bis dritter Grösse sieht. Nebel allein macht das Heliotropenlicht unsichtbar, welches sonst selbst bei ziemlich starkem Dunste oder Höhenrauche zu jeder Tageszeit, wenn man nur den Sonnenschein nicht ganz im Rücken hat, an Stärke des Lichtes und Reinheit des Bildes jedes andere Object übertrifft; überdiess nach der Erfahrung auf eine Entfernung von 10 deutschen Meilen mit freiem Auge, und auf 16 Meilen mit dem Fernrohre des Theodoliten sehr gut ausgenommen werden kann. Da bei der Anwendung der Heliotropen, selbst bei minder günstigen Umständen der Atmosphäre, auf grosse Entfernungen und mit mittelmässigen Fernröhren noch immer gute Beobachtung gemacht, und die Schärfe der Messung zu dem möglichst erreichbaren Grade gebracht werden kann, so geht daraus hervor, dass sie die Stelle der gewöhnlichen Signale mit Vortheil vertreten, und in einzelnen Fällen als ein vortreffliches Aushülfsmittel zu betrachten seien.

§. 78. Demgemäss kann die Aufstellung eines Heliotropen als Visirpunkt in folgenden Fällen mit Vortheil Anwendung finden.

1. Wenn ein Object entweder wegen grosser Entfernung, ungünstiger Projection, anhaltender dunstiger Atmosphäre u. dgl. an und für sich schwer sichtbar ist, und mit den gewöhnlichen Mitteln viele Zeit verloren gehen würde, bis selbes mit der hinlänglichen Sicherheit collimirt werden kann.
2. Wenn die Messung eines Winkels zwischen Punkten vorgenommen werden soll, welche mit keinem Signale noch sonstigen zur Collimirung geeigneten Objecten bezeichnet sind.
3. Wenn man sich von der Identität oder gegenseitigen Sichtbarkeit zweier zu einer Verbindung angetragener Punkte die Ueberzeugung verschaffen will, welche weder durch Signale noch andere Merkmale ausgezeichnet sind, endlich

4. auf Dreiecksstationen, welche mitten im Walde oder in Gärten zwischen Obstbäumen liegen, um weite Durchhaue, kostspielige Signale und sonach bedeutende Schadenersatzleistungen zu vermeiden.

Ein angemessener Gebrauch der Heliotropen wird also nicht nur bei der Recognoscirung und Aussteckung des Netzes, wo noch wenige Punkte mit Signalen bezeichnet sind, sondern auch bei der Winkelbeobachtung in wasserreichen, mit schweren Dünsten erfüllten Gegenden, wesentliche Vortheile bringen.

§. 79. Ueber die Behandlung und die bei der Anwendung des Heliotropen zu beobachtenden Vorsichten, wird Folgendes bemerkt. Es liegt in der Structur des Heliotropen, dass das damit verbundene Fernrohr dorthin eingerichtet werde, wo der Beobachter aufgestellt ist. Nach der Erfahrung erstreckt sich die Sichtbarkeit des Heliotropenlichtes, ohne merkbar an Stärke zu verlieren, für grössere Entfernungen auf einen Strahlenkegel von 18 bis 20 Minuten

Es gehört aber zur unerlässlichen Vorsicht, dass der Heliotrop vorerst vollkommen rectifizirt, und dann genau in die Direction und Elevation des Punktes, gegen welchen geleuchtet werden soll, eingerichtet werde. Ist das Heliotropen-Fernrohr allignirt, und das Sonnenbild aufgefangen, so bedarf das fortwährende Zuwerfen des Sonnenlichtes gegen den Beobachter, nur eines durch Uebung leicht zu erlangenden practischen Vortheiles.

§. 80. Zur Prüfung und Berichtigung des Heliotropen diene folgende Anleitung:

1. Muss das Fadenkreutz genau in die optische Achse des Fernrohres gebracht werden. Man richtet den Visir-Faden dergestalt auf ein fernes Object, dass er dasselbe genau decke, und drehe das Fernrohr sodann in seiner Lage 180 Grade herum. Deckt nun der Faden beim wiederholten Anvisiren das Object nicht mehr, so wird derselbe durch das am Ocular angebrachte Stellschräubchen um die halbe Abweichung corrigirt.
2. Muss die Drehungsachse der beiden Spiegel zur optischen Achse senkrecht sein. Nachdem der Heliotrop auf ein festes Postament gestellt ist, richtet man die Spiegelachse so, dass der Führungsstift derselben nach oben mit einem Ende gegen die Ocularseite zu stehen komme, dreht ihn hierauf nach dem Augenmasse mit der Fernrohrachse parallel, hängt an ihn eine Libelle, und bringt durch Aenderung der Länge der Drähte, womit sie am Stifte angehängt ist, die Luftblase nahe, später aber durch die Stellschrauben des Dreifusses genau zum Einspielen. Nun gibt man dem Stifte die entgegengesetzte Lage, nämlich mit demselben Ende des Führungsstiftes abseits vom Ocular, hebt das Fernrohr vorsichtig aus seinen Pfannenlagern, und legt es umgekehrt wie-

der ein. Die Luftblase muss alsdann einspielen, ausserdem wird die eine Hälfte der Abweichung an den Fuss-, die andere an den Stellschrauben der Spiegelachse corrigirt. Eine Herstellung in die erste Lage ergibt sodann, ob die Vertheilung richtig gemacht ist.

3. Müssen die Ebenen der beiden Spiegel zur Spiegelachse parallel sein. Man stellt zwei mit Kreutzfäden versehene Fernröhre *A* und *B* so auf, dass scharf unterscheidbare, nicht zu entfernte Gegenstände *O* und *P* in ihren optischen Achsen erscheinen, und diese Achsen nahe in einer Ebene liegen. Nun schraubt man die ganze Spiegelvorrichtung des Heliotropen vom Fernrohre ab, und nachdem man sie auf ein Brett oder ein Kästchen befestiget hat, bringt man dieses auf einen feststehenden Tisch nahe in den Schnitt der optischen Achse der Fernröhre, so dass die Drehungsachse der Spiegel ungefähr in ihrer Ebene liege, und den Winkel derselben halbire. Diesen Durchschnittspunkt findet man leicht mit hinreichender Genauigkeit, wenn man einen kleinen Gegenstand dort aufstellt, und sieht, wo er stehen muss, damit er in beiden Fernröhren im Durchschnitte des Fadenkreutzes erscheine. Die Objecte *O* und *P* brauchen kaum 100 Fuss entfernt zu sein.

Den zu prüfenden Spiegel stellt man dann senkrecht auf jene Ebene, und bewirkt durch kleine Drehungen und sanfte Anschläge sowohl an den Spiegel selbst, als an das Brett oder Kästchen, dass das Bild von *O*, aus dem Spiegel reflectirt, auf der optischen Achse des Fernrohres *A* erscheine; darauf dreht man den Spiegel 180° um seine Achse, und sieht ob in dieser Lage das Bild von *P* auf der optischen Achse des Fernrohres *B* sich zeige. Kann solches nicht durch die blosse Drehung des Spiegels um seine Achse erreicht werden, so muss die Hälfte durch die Aenderung der Stellung des Brettes oder Kästchens, und die andere Hälfte durch die Stellschrauben der Spiegelfläche corrigirt werden.

4. Müssen die beiden, vom Fernrohre abgewendeten, nur einen Spiegel ausmachenden Ebenen genau parallel sein. Das einfachste und auch hinreichende Genauigkeit gewährende Mittel zur Berichtigung ist, eine gerade Linie, mit welcher die Spiegelachse parallel gestellt wird, in beiden Spiegelflächen zu betrachten, wo sie mindestens dem blossen Auge, als eine einzige gerade Linie erscheinen muss. Man kann dazu die Kante irgend eines grossen regelmässigen Gebäudes benützen. Die Correction geschieht mit der Stellschraube des einen Spiegelbestandtheiles.

5. Muss die Ebene des kleinen Spiegels zu der Ebene der beiden Bestandtheile des grossen Spiegels senkrecht stehen. Zur Correction dient die Stellschraube am Zünglein des kleinen Spiegels. Man richtet das

Heliotropenrohr, und hinter ihm, ein um den halben Abstand der Mittelpunkte beider Bestandtheile des grossen Spiegels höher gestelltes Hülfsfernrohr auf ein hinreichend entferntes Object so, dass die optischen Achsen beider Fernröhre als parallel gelten können. Man bewirkt diess, indem man zuerst das Heliotropenfernrohr richtet, dieses dann aus seinen Lagen herausnimmt, hierauf das Hülfsfernrohr in der bezeichneten Höhe richtet, und jenes hiernach wieder umgekehrt einlegt. Hierdurch kommen beide Fernröhre in eine entgegengesetzte Richtung, während deren Achsen noch immer parallel sind. Die Spiegelachse wird hierauf senkrecht gestellt, und durch Drehung des Spiegelsystems und nöthigen Falls auch des Fernrohres bewirkt, dass irgend ein Object durch Reflexion aus dem kleinen Spiegel auf der optischen Achse des Heliotropenfernrohres erscheine. Erscheint dann dasselbe durch Reflexion aus dem Bestandtheile des grossen Spiegels auf der optischen Achse des Hülfsfernrohres, so macht die Ebene des kleinen mit der Ebene der Bestandtheile des grossen Spiegels einen rechten Winkel; wäre dieses aber nicht der Fall, so wird das Fehlende mit der erwähnten Schraube corrigirt.

§. 81. Wenn von einem Punkte mit dem Heliotropen auf einen anderen signalisirt werden soll, so ist es zum Gelingen des Leuchtens nöthig, dass auf jedem derselben ein Heliotrop aufgestellt werde, welche einer dem andern das Allignement geben, und wobei immer derjenige zu leuchten beginnt, der auf dem weniger erkennbaren Punkte steht, um dem andern Signaleur in der Auffindung behülflich zu sein. Ist einmal bei günstiger Atmosphäre die Einrichtung der Heliotropen beiderseits ausgemittelt, so muss man sich solche für weniger günstige Tage, wo das Orientirungsobject vielleicht unsichtbar bleibt, aufbewahren. Hierzu wird ein Pflock in der Entfernung von 20 bis 30 Klafter vom Heliotropenstande für die Horizontalrichtung in die Erde eingeschlagen, für die Elevation aber eine Stange über diesen Pflock gehalten, worauf dann die nach dem Visirstrahle des Heliotropen eingeschnittene Stelle dazu dienen kann, um bei einer andern Gelegenheit den Heliotropen wieder nach seinem gehörigen Höhenwinkel einzustellen.

§. 82. Zur Aufstellung des Heliotropen kann ein gemauerter oder hölzerner Pfeiler, ebenso wie das Stativ von einem Winkelmessinstrumente dienen.

Hat man sich zum Leuchten einen Handlanger abgerichtet, so ist es überhaupt räthlicher den Heliotropen bloss im Allignement von dem Centro etwas entfernt zu stellen, weil man auf diese Weise den Mittelpunkt der Station selbst zu anderen Verrichtungen als: Winkelbeobachtungen, Pyramidenbau u. dgl. freibehält.

§. 83. Bei dem Gebrauche der Heliotropen kömmt es darauf an, nicht nur im Voraus über die Art der Anwendung sich einzuverstehen, sondern es ist auch nothwendig, während der Signalisirung sich gewisse Mittheilungen zu

machen, und sich gegenseitig zu verständigen. Hierzu dient eine Art Telegrafirung durch Heliotropenzeichen mit Leuchten und Verdunkeln nach gewissen Intervallen.

Fünftes Capitel.

Behelfe zur Aufbewahrung der trigonometrischen Punkte für spätere Zeiten.

§. 84. Zur leichteren Auffindung der durch die trigonometrische Operation bestimmten Punkte, sowohl während der Feldarbeit, als insbesondere für spätere Zeiten, sind verschiedene Behelfe von jeder Triangulirungs-Abtheilung beizubringen, welche in topografischen Beschreibungen und à la vue Aufnahmen der trigonometrischen Punkte, Zeichnungen der künstlichen und natürlichen Signale und Uebersichts-Skeletten bestehend, gleichfalls zum Aussteckungsgeschäfte gehören.

§. 85. Ueber jeden trigonometrisch bestimmten Haupt- oder Nebenpunkt, ist eine kurze, jedoch deutliche Beschreibung zu verfassen, und solche nach den Rubriken des Muster-Bogens A zu ordnen und einzutragen.

Die drei ersten Rubriken sind an sich klar, nur wird die Correctheit der Namen besonders empfohlen.

Die Vierte hat zu enthalten:

a) Die Beschreibung der Lage des Punktes, des Weges, der hinzu führt, und der Merkmale, wodurch man die Stelle des Signales wieder finden kann.

b) Die Beschreibung und Ausmass des Zeichens.

c) Die Bezeichnungsart seines Mittelpunktes.

d) Die Jahrzahl seiner Erbauung und den Namen des Zeichenerrichters.

e) Endlich die Angabe der Entfernung und Orientirung des Punktes in Beziehung zu den nächsten Wohnorten, so wie auch eine kurze Andeutung seiner orografischen Lage und Aussicht.

§. 86. Wenn eine Triangulirungs-Abtheilung sich schon bestimmter trigonometrischer Punkte der früheren Zeit bedient, so müssen hierüber immer auch die topografischen Beschreibungen ohne Rücksicht auf die bereits vorhandenen, geliefert werden; es wäre denn, dass die Arbeit nur als eine blosse Fortsetzung der letztjährigen, schon nach diesem Systeme behandelten, zu betrachten sei. Insbesondere muss darin ausdrücklich angegeben sein, ob der frühere Punkt vollkommen sicher, oder nur mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit, und nach welchen Merkmalen aufgefunden worden ist.

§. 87. Bei den natürlichen Zeichen, als: Kirch- und Schlossthürmen, Kapellen, Säulen, u. dgl., muss das Eigenthümliche ihrer Gestalt und Grösse, wodurch sie sich von ähnlichen in der Form wohl unterscheiden lassen, so wie

ihre Lage in Bezug der Weltgegenden in der topografischen Beschreibung stets angegeben werden.

Da endlich bei Fixpunkten die Höhenwinkel meistens nur an ihrer Spitze oder vom Dachrande genommen werden können, hiedurch aber allein für die trigonometrische Höhenbestimmung kein Gebrauch gemacht werden kann, so ist bei derlei Objecten stets die Höhe ihres anvisirten Theiles über dem natürlichen Boden nach den Hülfsmitteln der Geometrie zu erheben, und in die topografische Beschreibung einzutragen.

§. 88. Eine Abschrift der topografischen Beschreibung auszugsweise verfasst, und kreis- oder comitatweise geordnet, hat jeder Triangulator bei dem Schlusse seiner Feldarbeit im Namen der Triangulirungs-Direction dem betreffenden Militär-General-Commando mit dem Ansuchen einzusenden, dieselbe dem Landes-Gubernium mitzutheilen, damit an die untergeordneten politischen Behörden die nöthigen Befehle wegen Ueberwachung der Signale erlassen werden, um muthwillige Beschädigungen von Seite der Landeseinwohner möglichst zu verhüthen.

§. 89. Alle Zeichen, künstliche und natürliche, welche zum Dreiecksnetze gehören, werden in Grundriss gelegt, und nach dem verjüngten Mass-Stabe von $0^{o},01 = 0^{o}.\ 0'.\ 7'',2$ der Natur gezeichnet.

Die Grundrisse dienen vorzüglich dazu, um daraus die nöthigen Reductions-Elemente für die Berechnung zu nehmen, und sind von dem Trigonometer bei der Einsendung des Observations-Protocolles beizuschliessen.

Der Grundriss einer hölzernen Pyramide hat bloss aus der horizontalen Projection der Grundfläche, und aus jener der Grenzlinie des untersten Theiles der Verschallung nebst Markirung des Centrums zu bestehen.

Bei Kirch- und Schlossthürmen aber wird der Grundriss in der Höhe des Instrumentenstandes aufgenommen. Es ist darin der für das Centrum des Thurmes ausgemittelte Punkt, so wie jeder gemachte Stand des Instrumentes genau anzumerken. (Taf. VI. Fig. 36.)

Endlich sind jene Zeichen, welche wegen Local-Umständen eine besondere ausserordentliche Bauart erfordert haben, im Grundrisse, Durchschnitte und Aufrisse darzustellen.

§. 90. Alle Grundrisse müssen nach dem Dreiecksnetze orientirt sein, das heisst die aus dem Scheitel (Mittelpunkt des Signales) nach den herumliegenden trigonometrischen Punkten auf dem Plane gezogenen Linien müssen die genaue Richtung der Dreiecksseiten in der Natur angeben. (Taf. VI. Fig. 35.)

§. 91. Nicht selten tritt der Fall ein, dass zur näheren Bezeichnung des Mittelpunktes einer Dreiecksstation in verschiedenen Richtungen die Entfernungen von gut kennbaren, nicht leicht einer Aenderung unterliegenden Terraingegenständen benützt werden können, jedoch dürfen diese nicht über 20 bis 30

Klafter vom Mittelpunkte entfernt sein. Ebenso ist für die Ermittlung des wahren Centrums einer Dreiecksstation in späteren Zeiten, die Messung jener Winkel von grossem Vortheile, welche sehr nahe gelegene Objecte von dem trigonometrischen Punkte aus mit einander bilden. Da der Triangulator am besten Gelegenheit und Mittel hat, die hierzu geeigneten Bestimmungen vorzunehmen, so bleibt auch demselben die Erhebung dieser Elemente überlassen, die sodann in ein vom Standpunkte nach einem grossen Mass-Stabe ($1'' = 20^0$) zu entwerfendes Croquis einzutragen sind. (Taf. VII. Fig. 37.)

§. 92. Die Umgebungen der mit trigonometrischen Zeichen versehenen Stationen, werden in einem Durchmesser von beiläufig **2000** Schritten $1'' = 200^0 = 500$ Schritte *à la vue* aufgenommen. (Taf. VIII.)

Diese Situationspläne haben zum Zwecke, nicht nur die Wiederauffindung der trigonometrischen Punkte auf dem Terrain, sondern auch deren genaue Auftragung in schon vorhandene topografische Materialien zu erleichtern.

Sie müssen gut orientirt, besonders die Anhaltspunkte, wodurch sich die Lage der Punkte auf dem Terrain bestimmen lässt, mit Genauigkeit darstellen; daher auch, wenn solche Anhaltspunkte erst in einer grösseren Entfernung vorhanden wären, die Aufnahme nicht unbedingt auf 2000 Schritte zu beschränken ist. Bei wenig ausgezeichneten Punkten wird noch der Weg vom nächsten Orte bis zu dem Zeichen, so wie der unmittelbar längs demselben rechts und links sich erstreckende Terrain aufgenommen, in welchem Falle auf dem hierzu bestimmten Blatte oberhalb die Aufnahme der nächsten Umgebung des Punktes im Massstabe $1'' = 200^0$ und unterhalb die Aufnahme des Weges vom nächsten Orte im Mass-Stabe $1'' = 400^0$ ersichtlich sein muss.

§. 93. Bei schwer sichtbaren Objecten, oder, wenn solche der Aehnlichkeit mit andern in der Nähe gelegenen Gegenständen wegen, oder dadurch zu verkennen sind, dass andere Signale in wenig abweichender Richtung liegen, wird es stets räthlich und anzuempfehlen sein, Ansichten oder Bergprofile zu entwerfen, aus welchen sich, nach einigen Anhaltspunkten in dem vorliegenden Terrain, die gesuchte Dreiecksstation leichter erkennen lässt; eine Vorsicht, die schon bei der Recognoscirung ihre Anwendung finden muss, und besonders dem Trigonometer bei der ersten Aufstellung auf einem Stande zu Nutzen kömmt, wo er sich selbst noch nicht die Elemente zur Aufsuchung aus der Winkelmessung verschaffen kann. (Taf. VII. Fig. 38 und 39.)

§. 94. Wenn der Triangulator den sechswöchentlichen Bericht über den Fortgang der Arbeit, oder ein Observations-Protocoll einschickt, so ist ein solcher Bericht mit einem Skelette, welches das bis dorthin gediehene Triangulirungsnetz bildlich darstellt, zu begleiten. Hierzu ist der Mass-Stab von $1'' = 8000^0$ festgesetzt. Der Raum, den das Skelett einnimmt, wird nach diesem Mass-Stabe in Aufnahms-Sectionen und grafische Tischblätter eingetheilt, und mit

Hülfe der Elemente, welche theils das Ausstecktischchen, theils die erfolgte Winkelmessung liefern, das schon ausgesteckte und projectirte Netz aufgetragen. (Taf. IX.)

Auf diese Weise wird die Direction nicht nur den Stand der Arbeiten, sondern auch die Art der Bildung des Dreieckssystemes ersehen und daraus erkennen, ob der Triangulator den gestellten Bedingungen entsprochen habe.

III. Abschnitt.

Von der Beobachtung der Dreieckswinkel und der Zenithdistanzen.

Erstes Capitel.

Wichtigkeit der Winkelmessung.

§. 95. Der Zweck der Triangulirung ist nur dann erreicht, wenn in der Messung der Horizontal- sowohl, als der Vertical-Winkel des Dreiecksnetzes die erforderliche Schärfe erlangt wird. Die Erzielung genauer Beobachtungen muss daher stets die vorzüglichste Sorge des Triangulators sein. Er muss die Quelle und Grösse gewisser unvermeidlicher Fehler richtig zu beurtheilen wissen, die theils in der grösseren oder minderen Vollkommenheit des Instrumentes und der Festigkeit seines Standes, in der Deutlichkeit der zu beobachtenden Objecte, in den verschiedenen physischen Einflüssen, z. B. Temperaturs-Aenderungen u. dgl., theils aber selbst in seiner eigenen Geschicklichkeit und Uebung in der Behandlung des Instrumentes begründet sind. Ruhe, Aufmerksamkeit und Geduld bei der Beobachtung, strenge Gewissenhaftigkeit bei der Erhebung und Eintragung der Elemente, werden in Verbindung mit der richtigen Beurtheilung der Umstände, allein zu befriedigenden Resultaten führen.

Zweites Capitel.

Von den Winkelmess-Instrumenten.

§. 96. In den früheren Jahren wurden zu den trigonometrischen Messungen meistens Multiplications-Kreise Bordaischer Art verwendet; seit dem Jahre 1819 aber werden hiezu bloss Theodoliten und zwar Reichenbachischer Construction, als die vortreflichst anerkannten Instrumente, benützt. Die hier folgenden Anleitungen werden sich also grösstentheils auf die Beobachtungen mit Theodoliten beziehen, und ungeachtet daraus von selbst schon einige allgemeine Regeln für die Multiplications-Kreise hervorgehen, so wird dennoch des Verfahrens mit letzteren auch erwähnt werden, da es geschehen könnte, die Multiplications-Kreise in der Folge etwa nochmals gebrauchen, oder wenigstens

die Berechnungen jener trigonometrischen Arbeiten durchsehen zu müssen, deren Elemente durch Multiplications-Kreise bestimmt worden sind.

§. 97. Die Theodoliten sind dreierlei Gattung:

a) Zwölfzöllige repetirende Theodoliten, deren vier Verniers am horizontalen Kreise vier Secunden, und deren zwei Verniers am verticalen Kreise 10 Secunden geben. An diesen Theodoliten ist der untere eingetheilte Kreis (Limbus) ebenso wie der obere (Alhidade), an welchem die vier Verniers, auch Nonius und Index genannt, angebracht sind, und der das Fernrohr trägt, um eine gemeinschaftliche verticale Achse beweglich.

Das Fernrohr kann über das Zenith geführt, um 180^{0} rotirt werden, ohne dass man dabei nöthig hat, dasselbe umzulegen.

b) Achtzöllige repetirende Theodoliten, deren vier Verniers am horizontalen Kreise 10 Secunden, und der Vernier des verticalen Kreises 60 Secunden, folglich einzelne Minuten gibt.

Das Fernrohr gestattet keine Rotations-Bewegung über das Zenith, sondern muss in seinen Pfannen umgelegt werden.

c) Achtzöllige nicht repetirende Theodoliten von ähnlicher Construction wie die vorigen, mit dem Unterschiede jedoch, dass der untere Kreis (Limbus) an dem metallenen Fussgestelle fest ist, und folglich keine Drehungsbewegung gestattet.

§. 98. An den Bordaischen Multiplications-Kreisen hat der Kreis, dessen vier Verniers nach der Centesimal-Eintheilung, 0,001 Secunden geben, die Einrichtung, dass derselbe nicht nur in jede schiefe Ebene zweier zu beobachtenden Objecte, sondern zur Messung der Zenithdistanzen auch vollkommen in die verticale Lage gebracht werden muss. Von den beiden darauf beweglichen Fernröhren ruht das obere auf der Alhidade, und bewegt sich im Mittelpuncte des Kreises, das untere hingegen bewegt sich in einer bekannten Entfernung um das Centrum, welche Entfernung die Excentricität des Fernrohres heisst.

§. 99. Eine nähere Beschreibung der Instrumente würde hier überflüssig sein, da die Kenntniss des Instrumentenbaues, so wie die umständliche Anleitung zur mechanischen Behandlung, und die daraus hervorgehenden Leistungen, nur einer mündlichen Belehrung und practischen gründlichen Unterweisung am Instrumente vorbehalten sind. Dagegen kann denjenigen, welchen die Behandlung dieser Instrumente anvertraut wird, nicht genug empfohlen werden, dieselben mit Einsicht und einer besonderen Feinheit zu gebrauchen, sich selbst aber die nöthige Uebung eigen zu machen, um jenen Anforderungen zu entsprechen, wozu die Vollkommenheit dieser Instrumente berechtiget.

Die vollständige Berichtigung und Prüfung des Instrumentes vor seinem Gebrauche, die Kenntniss seines wahren Leistungsvermögens, und eine rich-

tige Beurtheilung aller Fehlerursachen, sind jederzeit unerlässliche Bedingungen zur Aufstellung scharfer Resultate, daher das Wesentlichste hierüber zur Richtschnur bekannt gegeben wird.

Drittes Capitel.

Prüfung und Berichtigung der Winkelmess-Instrumente.

§. 100. Zur Prüfung und Berichtigung der Theodoliten ist vor allem die Festigkeit der Aufstellung bedingt, wozu am besten steinerne Pfeiler oder dicke Mauern dienen. Das Instrument wird mit Unterlegung der drei Fussplatten aufgestellt, die Hemmung des Vertical-Kreises aufgelöst, die Deckel der Pfannen für das Fernrohr geöffnet, und dasselbe mit seinen stählernen Achsen behutsam in die Pfannen gelegt, hierauf die Deckel wieder geschlossen. Die untere Schraubenmutter am Hauptzapfen, welche beim Transporte jederzeit angezogen werden muss, wird vor der Umwendung der Alhidade um einige Gewinde losgelassen.

§. 101. Rücksichtlich der Genauigkeit der Eintheilung, kann man desshalb beruhiget sein, weil die Theodoliten alle an der Reichenbachischen Theilungsmaschine eingetheilt werden. Will man sich indessen davon überzeugen, so darf man nur einen Bogen am Vernier mit einem am Limbus correspondirenden von Theilstrich zu Theilstrich vergleichen.

§. 102. Die Excentricität kann auf folgende Art gefunden werden:

Denkt man sich eine Linie, die durch den Mittelpunkt einer Bewegung des Alhidaden-Kreises und durch den Mittelpunkt der Eintheilung geht, so bildet diese Linie den Durchmesser des Kreises, in dessen Richtung die Wirkung der Excentricität $= 0^0$ sein muss. In einem Abstande von 90^0 von diesem Durchmesser wird die Excentricität, wenn eine besteht, sich am stärksten äussern, und eben dort am sichersten zu entdecken und zu bestimmen sein.

Man sucht zuerst einen Durchmesser des Alhidaden-Kreises, und zwar mittelst zweier gegenüberstehender Verniers, wie folgt: Der eine Vernier A wird genau auf 0^0 eingestellt, der andere Vernier B wird $180^0 \pm x$ zeigen, was genau abgelesen wird.

Hierauf wird der Alhidaden-Kreis um 180^0 gedreht, und der Vernier A genau auf die Stelle des Verniers B, das ist auf $180^0 \pm x$ gestellt; zeigt nun der Vernier B genau 0^0, so sind die Anfangspunkte der beiden Vernier mit dem Mittelpunkte des Alhidaden-Kreises in einer und derselben geraden Linie.

Zeigt aber der Vernier B anstatt 0^0, $0 \pm y$, so ist $\frac{y}{2}$ der Indexfehler des Verniers B in Beziehung auf den Durchmesser des Alhidaden-Kreises, der

durch den Nullpunkt des Verniers *A* geht. Man muss daher von den Angaben des Verniers *B* die Grösse $\frac{y}{2}$ nach Erforderniss abziehen oder addiren; z. B. der Vernier *A* sei auf 0° der Eintheilung gestellt, und der Vernier *B* zeige genau 180°. Nach geschehener Umwechslung zeigt der Vernier *B* statt 0° nur $359^{\circ}.59'.50''$, so ist der Indexfehler von $B = 5''$ und zwar additiv.

Nun wird durch Versuch die Stellung, wo die Wirkung der Excentricität $= 0$ ist, gesucht, z. B.

Vernier *A* auf $244^{\circ}.10'.28''$
Vernier *B* auf $64^{\circ}.10'.24''$
Indexfehler von $B = + \quad 5''$.

Hiermit wird der abgeschnittene Bogen $= 179^{\circ}.59'.59''$, also bloss um eine Secunde von 180° verschieden sein, welcher Fehler eben so gut in der Ablesung liegen kann.

Die Excentricität an der Stelle von $244^{\circ}.10'$ ist also nicht merkbar. Man drehet daher den Alhidaden-Kreis um 90°, das ist: man stellet den Vernier *A* auf $334^{\circ}.10'$; wenn auch hier keine Excentricität vorhanden ist, so wird der Vernier *B* auf $154^{\circ}.9'.55''$ sich stellen. Im entgegengesetzten Falle hat die Excentricität Statt, deren Werth am Limbus abgelesen werden kann.

Wenn der Beobachter immer in der Lage wäre, alle vier Vernier abzulesen, so wäre auch die Excentricität nicht zu beachten, indem die daraus entspringenden Fehler sich wechselseitig aufheben.

Bei nicht repetirenden Theodoliten aber kann, besonders bei Thürmen, oft der Fall eintreten, dass man nur einen Vernier abzulesen vermag, wo also die Excentricitäts-Fehler ihre volle Wirkung äussern; und es erübriget in diesem Falle dem Beobachter nichts anderes, als ein mit Excentricität behaftetes Instrument an die Direction zur Auswechslung zu übersenden.

§. 103. Die Libellen der Theodoliten sind zweierlei Art: die eine zum Anhängen, die andere zum Aufsetzen auf die Achsen des Fernrohres.

Wenn eine wohl rectifizirte Libelle an eine horizontal liegende Achse angehängt oder darauf gesetzt wird, so wird die Luftblase die Mitte der Glasröhre einnehmen. Sie wird auch dann diese Stellung nicht verändern, wenn man die Libelle umkehrt, das heisst, die Stelle der Hacken oder Stützen verwechselt.

Um daher eine Libelle zu prüfen und zu berichtigen, wird, nachdem das Instrument beiläufig wagrecht gestellt worden ist, die Achse des Fernrohres in jene Richtung gebracht, dass sie mit zwei Fuss-Schrauben parallel laufe, sodann der Alhidadenkreis geklemmt, und die Libelle angehängt oder aufgesetzt, so dass ihre Stützen oder Arme vertical zu stehen kommen. Hierauf wird mittelst einer der Fuss-Schrauben das eine Ende der Achse erhöhet oder erniedriget, bis die Luftblase auf die Mitte der Glasröhre genau einspielt.

Nun wird die Libelle von der Achse abgenommen, und umgekehrt aufgesetzt oder angehängt. Wenn in dieser Lage die Blase wieder ihre vorige Stellung einnimmt, so ist die Drehungsachse des Fernrohres horizontal; hat aber die Blase ihre Stellung verändert, so wird die eine Hälfte der Abweichung durch die Fuss-Schrauben, und die andere Hälfte durch die obere, an der Glasröhre befindliche Correctionsschraube verbessert, und so lange dieses Verfahren fortgesetzt, bis die Blase bei jedesmaliger Umwendung der Libelle von 180^{0} dieselbe Stelle einnimmt.

Bringt man durch eine sanfte Drehungsbewegung um die Achse des Fernrohres die Arme oder Stützen einer genau einspielenden Libelle aus ihrer lothrechten Lage, etwa um einige 20^{0}, so wird, wenn die Achse der Glasröhre, und jene des Fernrohres in einer Ebene sich befinden, die Blase unbeweglich bleiben; ist dieses nicht der Fall, so muss man den Parallelismus mittelst der an der Libelle angebrachten Seitenschraube herstellen. Selten wird man jedoch diese Correction, ohne jene des Spielpunktes zu stören, bewirken können.

Man muss daher beide Correctionen wechselweise, und zwar so oft wiederholen, bis die Blase beim jedesmaligen Umkehren und Schwingen ihren Stand nicht verändert, wo sodann die Libelle rectifizirt ist.

§. 104. Wenn die Hauptachse des Alhidaden-Kreises vertical steht, so soll die Drehungsachse des Fernrohres horizontal liegen. Diess wird aber nur dann Statt finden, wenn die Libelle, so rectifizirt, bei Umdrehung der Alhidade um 180^{0}, stets ihren Einspielpunkt in der Mitte der Röhre behält; weicht aber die Blase davon ab, so corrigirt man die eine Hälfte der Abweichung durch eine der beiden Fuss-Schrauben, die andere aber durch die Hebung oder Senkung des Achsenlagers oder jener Pfanne, welche zu diesem Zwecke mit zwei untern Druck- und zwei obern Zugschrauben versehen ist. Beim Anziehen der Zugschrauben mit dem Schraubenzieher, ist es nöthig die andere Hand unter die Stütze zu legen, und so stark in die Höhe zu drücken, als man mit dem Schraubenzieher zum Nichtausweichen niederdrücken muss.

Die Rectification der Drehungsachse erheischt Vorsicht und Geduld, ist aber einmal das Achsenlager fest und genau berichtiget, so wird die Drehungsachse des Fernrohres ihre senkrechte Lage gegen die Hauptachse nicht so leicht ändern; nur nach einem Transporte, bei welchem das Instrument starken Erschütterungen ausgesetzt gewesen wäre, dürfte eine kleine Berichtigung nothwendig sein.

§. 105. Die Achse des Limbus muss auf die Drehungsachse sammt jener der Alhidade genau vertical, oder was dasselbe ist, die Ebene des Limbus horizontal sein. Man führt zu diesem Ende nach dem bisherigen Vorgange die Libelle durch das Drehen der Alhidade über die dritte Fuss-Schraube, dass sie

also gegen ihre vorige Richtung senkrecht zu stehen komme, und bringt mittelst dieser Fuss-Schraube die Libelle abermals zum Einspielen, bis jede Abweichung in beiden Lagen der Libelle verschwunden ist. Da nun die Achse der Alhidade mit jener des Limbus sich concentrisch um dieselbe geometrische Linie dreht, so wird jetzt bei einer ganzen Umdrehung des Limbus sammt der Alhidade die Libelle stets ihren Einspielpunkt in der Mitte der Röhre behalten, wenn anders die früheren Berichtigungen mit Genauigkeit ausgeführt wurden.

§. 106. Die Stelle des Fadenkreutzes hinter dem Ocular hängt von der Beschaffenheit des Auges ab, desshalb lässt sich das Fadenkreutz in das Ocular-Rohr hinein und herauschieben, und jeder Beobachter kann es auf jene Stelle bringen, wo er es am deutlichsten sieht.

Wenn man die Signale mit dem verticalen Faden pointirt, so muss dieser Faden, wenn die Drehungsachse des Fernrohres horizontal liegt, vollkommen lothrecht stehen. Man richtet ihn desshalb nach einem deutlichen Gegenstande, und bewegt das Fernrohr vertical auf und ab. Bleibt während dieser Bewegung der anvisirte Punkt durch die ganze Weite des Sehfeldes von dem Faden halbirt (oder genau in der Mitte der Parallelfäden, wo deren zwei vorhanden sind), so ist letzterer vertical, wo nicht, so wird mittelst der zwei kleinen Schräubchen mit durchlöcherten Köpfen, die sich neben der Ocular-Röhre befinden, dieselbe und mit ihr das Fadenkreutz so gedreht, dass der Faden den collimirten Punkt wie gesagt genau schneidet.

§. 107. Die optische Achse des Fernrohres muss auf ihrer Drehungsachse senkrecht sein. Nachdem die Drehungsachse auf das Genaueste horizontal gestellt worden ist, öffnet man die Deckel der Zapfenlager und die Hemmung des verticalen Kreises; hierauf wird das Fernrohr nach einem sehr weiten, jedoch scharf sichtbaren irdischen Objecte gerichtet, und die Angabe eines Verniers, z. B. $45^{\circ} . 20' . 20''$ abgelesen.

Nun hebt man das Fernrohr behutsam heraus, kehrt es um, und legt es wieder in die Pfannen ein; dadurch kommt der Verticalkreis, der zur rechten Hand stand, links zu stehen. In dieser Lage wird das Fernrohr aus freier Hand auf oder ab bewegt, bis das Object wieder im Felde erscheint.

Wenn beim unverrückt gebliebenen Stande des Instrumentes und der Alhidade der Verticalfaden das Object wie zuvor schneidet, so ist die optische Achse des Fernrohres nothwendig auf ihrer Drehungsachse senkrecht, und wird daher immer verticale Bögen beschreiben, wenn diese im Horizont liegt. Wenn aber das Object nicht mehr geschnitten erscheint, so bringt man es durch die Bewegung der Alhidade wieder unter den Faden, und liest abermals den Nonius: zum Beispiel $45^{\circ} . 20' . 40''$ ab. Der durchlaufene Bogen nämlich $20''$, ist der doppelten Neigung der optischen Achse gleich. Die eine

Hälfte wird mittelst der Alhidade, die in diesem Beispiele auf $45^{0}.20'.30''$ gestellt wird, und die andere Hälfte durch die an dem Fadenkreutz angebrachten Seitenschräubchen verbessert.

Diese Berichtigung muss so lange wiederholt werden, bis man sich von der genauen Lage der optischen Achse vollkommen überzeugt hat.

§. 108. Die Bestimmung des Collimationsfehlers des verticalen Kreises geschieht auf folgende Art: man richtet den Horizontalfaden nach einem augenscheinlich über den Horizont erhöhten Gegenstande, und liest den Nonius ab. Hierauf werden die Deckel der Pfannen und die Hemmung des verticalen Kreises geöffnet, das Fernrohr herausgehoben, umgewendet, und wieder so eingelegt, dass das Objectiv anstatt gegen das Object, gegen den Beobachter zugekehrt ist; in dieser Lage werden die Deckel geschlossen, die Hemmung des Kreises wieder angelegt, die Alhidade um 180^{0} gedreht, das Fernrohr nach dem angenommenen Zielpunkte wieder gerichtet, und der Nonius abgelesen.

Der durchlaufene Bogen am Vertical-Kreise oder der Unterschied der beiden Angaben der Verniers ist die doppelte Zenithdistanz des pointirten Gegenstandes. Die dadurch sich ergebende einfache Zenithdistanz mit der ersten Angabe des Verniers verglichen, gibt den Collimationsfehler an, und zugleich zu erkennen, ob derselbe bejahend oder verneinend sei. Es wäre zum Beispiel die erste Ablesung des Verniers $80^{0}.40'.20''$, und die zweite Angabe $239^{0}.10'.0''$, so ist der durchlaufene Bogen $= 158^{0}.29'.40''$, und die einfache Zenithdistanz $= 79^{0}.14'.50''$; anstatt dessen hatte aber der Nonius bei der ersten Angabe $80^{0}.40'.20''$ angezeigt, der Collimationsfehler ist daher $1^{0}.25'.30''$. Zur Bestimmung des Collimationsfehlers an den zwölfzölligen Theodoliten, ist es nicht nöthig, den Verticalkreis aus den Pfannen zu heben, sondern man braucht bloss das Fernrohr um 180^{0} zu rotiren.

§. 109. Die Multiplications-Kreise bedürfen zu ihrer Rectifizirung ebenfalls eine unwandelbare Festigkeit der Stellung. Die Gegengewichte werden mit ihren Hülsen an die aufstehenden Lappen der kleinen Seiten-Quadranten gebracht und angeschraubt, um jedes Umkippen durch die Ueberschwere des Kreises zu verhüten. Nachdem das Instrument auf seine drei Fussplatten gestellt ist, wird die Spannschraube des einen kleinen Quadranten an der Gabel gelöst, und die Triebschraube ohne Ende, welche in die andere eingreift, durch den kleinen messingenen Hebel niedergedrückt, damit der Kreis in jede beliebige Ebene gebracht werden könne. Da die Ocularseite des obern Fernrohres überschwer ist, so wird zur Herstellung des Gleichgewichtes, besonders beim verticalen Gebrauche, ein metallener Ring an der Objectivseite angehängt.

§. 110. Beim verticalen Gebrauche des Instrumentes ist es nothwendig, nachdem die Achse des Azimutal-Kreises durch das am unteren Fernrohr befestigte grosse Niveau vertical gestellt ist, dass die Achse des Kreises im Horizonte

und folglich seine Ebene vertical liege. Die kleine Quer-Libelle auf dem Würfel hinter dem Kreise ist hiezu bestimmt; um aber diese mit der Achse des Kreises parallel zu bekommen, dient die beigefügte Hänglibelle mit den langen Armen. Es wird nämlich der Kreis vertical gestellt, und das obere nun äussere Rohr abgenommen, wo sich das Knie von der stählernen Achse zeigt, in diesem und dem hintern Knie werden die Arme der Hänglibelle mit ihren kleinen am äusseren Ende befindlichen Löchelchen, wovon eines corrigirt werden kann, eingehängt.

Nun wird die Hänglibelle, ohne auf die kleine Querlibelle Rücksicht zu nehmen, mittelst der in den kleinen Quadranten eingelassenen Trieb-Schrauben ohne Ende, eingespielt, dann die Hänglibelle bei unverrücktem Kreise herabgenommen, und an die andere Seite gehängt, so dass das Knie der stählernen Achse mit dem Löchelchen der Hänglibelle verwechselt werde.

Nimmt nun die Blase dieselbe Stelle ein, so muss nothwendig die Achse des Kreises horizontal sein, wo nicht, so muss die Hälfte des Fehlers durch die Trieb-Schraube ohne Ende, und die andere Hälfte durch das bewegliche Löchelchen der Hänglibelle bei wechselseitigen Umhängen so lange corrigirt werden, bis die Blase immer dieselbe Stelle einnimmt. Ist die Achse des Kreises dergestalt in Horizont gelegt, so wird die kleine Querlibelle mittelst der an ihrer Platte befindlichen zwei stählernen Druck- und zwei messingenen Zug-Schrauben ebenfalls zum Einspielen gebracht und fest geschraubt. Nachdem nun diese Libelle eine unverrückte Lage mit der Achse des Kreises behauptet, so wird letztere jedesmal im Horizonte, folglich die Ebene des Kreises selbst vertical stehen, und die Correction mittelst der Hänglibelle darauf nur selten wiederholt werden.

§. 111. Die Achse der Fernröhre muss parallel zur Ebene des Kreises liegen. Um dieses zu prüfen, setzt man den Kreis vertical, und visirt mit dem äusseren Rohre nach einem entfernten irdischen Objecte. Der Nonius am Azimutalkreise wird so scharf als möglich abgelesen, das ganze Instrument um 180^{0} seiner Vertical-Achse gewendet, und mit dem äusseren Rohre wieder nach demselben Objecte visirt. Wird es von dem Faden auf dieselbe Art wie zuvor geschnitten, so ist die Achse des Fernrohres mit der Ebene des Kreises parallel, wo nicht, so wird bei einstweilen unverrückt gelassenem Kreutz-Faden mittelst der feinen Bewegung des Azimutal-Kreises nach dem Objecte gedreht, bis es der Faden schneidet. Die Differenz der jetzigen Angabe des Nonius mit der frühern, wird in zwei Theile getheilt, der Nonius fest auf die eine Hälfte gestellt, und die andere Hälfte mit dem Kreutzfaden gerückt, und auf diese Weise nach einigen Versuchen der Parallelismus hergestellt.

Der Micrometerfaden des unteren oder inneren Rohres wird nach dem äusseren corrigirt, indem beide denselben Gegenstand schneiden müssen.

§. 112. Um das ganze Instrument bei verticalem Gebrauche jedesmal und ohne langes Suchen um 180° umzuwenden, befindet sich unten an der verticalen Hauptachse ein doppelarmiger Hebel mit einer Klemmschraube. Nachdem derselbe durch seine Corrections-Schraube, welche an den kurzen stählernen Cylinder anstösst, der auf dem untern kleinen Triangel befestiget ist, mittelst des Azimutal-Kreises ein für allemal auf 180° rectifizirt wurde, und der Gegenstand durch Suchen im Rohre erscheint, so wird dieser Hebel mit dem einen Ende an den erwähnten stählernen Cylinder angelehnt, und seine Klemmschraube mässig angezogen. Wird nun die Hemmung am Azimutal-Kreise aufgelöst, und das Instrument so umgewendet, dass sich das andere Ende des Hebels an der entgegengesetzten Seite des Cylinders leise anlegt, (denn seine Hemmung am runden Zapfen ist nicht von der Beschaffenheit, dass sie einem Stosse, ohne sich zu verrücken, widerstehen könnte), so wird der Kreis in demselben vertical, und der Gegenstand bloss in der Vertical-Bewegung zu finden sein.

§. 113. Die hier angegebenen Berichtigungen der Instrumente müssen jederzeit vor dem Beginne der Messung eines Dreiecksnetzes von dem Beobachter mit Einsicht und Vollständigkeit vorgenommen werden; doch ist es nicht nöthig, ja sogar nicht räthlich, dieselben bei jeder neuen Anwendung des Instrumentes zu wiederholen, nachdem zur Vermeidung von Zeitaufwand, kleine Aenderungen in der Berichtigung, welche sich durch den Gebrauch oder durch Erschütterung, am häufigsten aber durch den Temperaturswechsel am Instrumente ergeben, auf einem anderen Wege als jenem der mechanischen Berichtigung, nämlich durch die Behandlungsart des Instrumentes, entweder aus dem Resultate gänzlich weggeschafft, oder wenigstens der Einfluss richtig beurtheilt werden kann, den sie hierauf nehmen.

§. 114. Insbesondere unterliegt die Libelle häufigen Verstellungen durch Temperaturswechsel, es kommt also darauf an, diese Aenderungen der Libelle bei der Horizontalstellung des Instrumentes unschädlich zu machen; ja es kann selbst mit einer unrectifizirten Libelle die Drehungsachse des Theodoliten lothrecht, und somit dessen Limbus genau horizontal eingestellt werden, und zwar auf folgende Art: man setzt nämlich die Libelle, deren Endpunkte man mit A und B bezeichnet, auf die Achse des Fernrohres, und erhöht oder senkt das eine Ende, bis die Luftblase auf die Mitte der Glasröhre einspielt, so wird das Ende der Blase gegen A, n und gegen B, n', zum Beispiel zwölf Theilstriche von der Mitte weg einnehmen, wo folglich $n = n'$ ist. Nimmt man nun die Libelle von der Achse ab, und setzt sie umgekehrt auf, so dass die Endpunkte A und B verwechselt werden, so wird, wenn die Rectification der Libelle verstellt ist, die Luftblase nicht mehr auf die Mitte der Röhre einspielen, das ist, A und B werden nicht die nämliche Ablesung der Theilstriche wie vorhin, sondern A wird m', zum Beispiel 16, und B, $m = 8$ Theilstriche anzeigen; die

Libelle wird folglich auf der Seite von B die Stelle $\frac{n+m}{2} = \frac{12+8}{2} = 10$ auf der Seite A aber $\frac{n'+m'}{2} = \frac{12+16}{2} = 14$ Theilstriche einnehmen sollen, wenn die Rotationsachse des Fernrohres horizontal ist.

Um also auch mit unrectifizirter Libelle das Instrument in kurzer Zeit vollkommen genau horizontal zu stellen, wird die Einstellung des Alhidaden-Kreises von Fuss-Schraube zu Fuss-Schraube so bewirkt, dass die Blase in der Röhre stets die Stelle $\frac{n+m}{2}$ an dem Ende B, die Stelle $\frac{n'+m'}{2}$ aber an dem Ende A einnehme.

§. 115. Rücksichtlich der Aenderungen in Bezug auf die Collimations-Linie des Fernrohres wird der Einfluss auf die Beobachtungsresultate dadurch beseitiget, dass die Beobachtungen auch in einer entgegengesetzten Lage des Instrumentes wiederholt werden, indem man das Fernrohr über das Zenith um 180° rotirt.

§. 116. Wie die Excentricität der beiden Kreise, deren einer die Eintheilung, der andere die Verniers enthält, zu erforschen ist, wurde bereits im §. 102 erörtert; der Einfluss derselben, auf das Beobachtungsresultat selbst aber lässt sich durch Ablesung aller vier, und zuweilen auch bloss zweier entgegengesetzter Verniers, von welchen das Mittel in die Rechnung genommen wird, ganz unschädlich machen, und aus dem Resultate eliminiren.

Ebenso wird ein Fehler in der Eintheilung des Kreises, was bei den neuern, mit aller Sorgfalt verfertigten Instrumenten wohl nicht vorkommen dürfte, durch die Ablesung aller Nonien, besonders aber dadurch unschädlich gemacht, dass der Beobachter trachtet, durch die Verstellung des Winkelmessers nach und nach seine Beobachtungsresultate aus verschiedenen Stellen zu ermitteln.

Viertes Capitel.

Von den verschiedenen Ursachen der Fehler, die bei den Beobachtungen entstehen.

§. 117. Unter die Ursachen der Fehler, die oft unvermeidlich vom Instrumente herrühren, gehört die Biegung der Speichen der beiden beweglichen Kreise, besonders des Limbus, wodurch derselbe eine Verziehung leidet, und bedeutende Unterschiede in den Resultaten der Wiederholungsbeobachtungen herbeiführen kann. Dass eine solche Biegung der Speichen ungeachtet ihrer ausgezeichneten Stärke, und des sie verbindenden Kreises stattfinde, setzen die in neuerer Zeit an den astronomischen und geodätischen In-

strumenten mit vieler Umsicht veranstalteten Untersuchungen ausser Zweifel. An der Drehungsachse des Instrumentes besteht immer eine, wenn gleich geringe Reibung. Die durch die Micrometerschraube des Limbus hervorgebrachte Bewegung desselben muss diese Reibung jedenfalls überwältigen, was nur dann geschehen wird, wenn die Speichen so weit gebogen sind, dass ihre Elasticität die Reibung im Centro überwindet.

Es ist einleuchtend, dass bei einer stärkeren Reibung auch eine grössere Biegung Statt findet, wie zum Beispiel bei einer kälteren Temperatur und dadurch verursachten Stockung des Oehles in der Drehungsachse, bei angesammeltem Schmutz oder Staub, endlich, wenn der Limbus-Kreis eine geraume Zeit in Ruhe an der Achse gewesen, und nicht kurze Zeit vor der Einstellung gelöst, und um seine Achse einigemale gedreht worden ist, weil hier ein Festsaugen der Büchse an der Achse stattfindet.

Die aus der Biegung entspringende Verstellung des Ortes eines Objectes auf der Eintheilung des Limbus, ist nach Beschaffenheit der darauf einwirkenden Umstände verschieden. Sie kann gewöhnlich 6 bis 10 Secunden betragen, nach einer längern Ruhe des Centrums auf der Achse aber, so wie bei einem durch Kälte verursachten strengen Gange des Instrumentes, auch auf das Doppelte und Dreifache steigen.

Das Mittel, um einen solchen Fehler aus dem Resultate zu eliminiren, besteht darin, dass man die Einstellung von einem Objecte gegen das andere von beiden Seiten, nämlich einmal der Eintheilung des Limbus folgend, das anderemal ihr entgegen, mache, und von beiden Ablesungen das arithmetische Mittel nehme.

Damit aber die Reibung selbst nicht so sehr überhand nehme, ist es manchmal nothwendig, das Instrument mit der erforderlichen Behutsamkeit zu zerlegen, von dem innen angesammelten Staube und Schmutze mit feinen Lederflecken oder Leinwand zu reinigen, und mit frischem Oehle zu bestreichen.

§. 118. Oefters nehmen auch andere kaum merkbare Mängel hinsichtlich der Micrometer und Klemmschrauben ihren nachtheiligen Einfluss auf die Beobachtungsresultate.

Der Beobachter muss bei der Untersuchung seines Instrumentes darauf sehen, dass alle daran befindlichen Micrometerschrauben weder einen zu leichten noch zu strengen Gang haben, und mit ihren Kloben im Lager eingelassen seien; damit nicht bei der Drehung des einen der beiden concentrischen Kreise auch eine kleine Verrückung der Einstellung des andern stattfinde.

Das eigene Gefühl und die Untersuchung, ob der früher schon einmal abgelesene Vernier durch die Drehung des Kreises eine Aenderung der Einstellung erlitten habe, wird die Anwesenheit eines solchen Gebrechens gleich erkennen lassen. Ebenso ist es wichtig, darauf zu sehen, dass die Klemmschrauben im

gehörigen Masse nicht zu viel und nicht zu wenig angezogen werden, weil im ersten Falle durch den zu starken Druck bei der Klemmung und Oeffnung eine Verziehung, im zweiten eine leichtere Verrückung des Kreises stattfinden kann. Besonders aber ist diese Vorsicht bei der Klemmung des Verticalkreises nöthig.

§. 119. Die bisher angeführten Andeutungen zur Vermeidung fehlerhafter Beobachtungsresultate beziehen sich durchgehends auf die mechanische Behandlung der Instrumente, und dienen dem Beobachter dazu, das Leistungsvermögen derselben kennen zu lernen. Da jedoch bei den Beobachtungen noch so manche andere Fehler vorkommen, die theils von der Schärfe der Sinne des Beobachters selbst, theils aber von äusseren Umständen abhängen, so wird es nöthig, auch hierüber das Wesentlichste zu erwähnen.

§. 120. Ungeachtet der Vortrefflichkeit der Fernröhre, mit welchen die neuen Instrumente gewöhnlich versehen sind, entsteht nur zu oft ein Fehler in der Beobachtung durch die Unvollkommenheit der Einstellung auf das anzuvisirende Object, der freilich auch nur sehr gering ausfallen kann, wenn anders ungünstige Umstände ausgenommen werden, z. B. schlechte Beleuchtung, trübe Athmosphäre, Vibration, zu grosse Entfernung. Aus einer grossen Anzahl mit vieler Umsicht angestellten Beobachtungen hat sich gezeigt, dass der mittlere Fehler einer Einstellung bei hinlänglicher Schärfe des Bildes für den zwölfzölligen Theodoliten 1 Secunde, für den achtzölligen 1,5 Secunden selten übersteigen. Grösseren Fehlern liegt gewöhnlich eine Phase des Objectes zum Grunde, wenn die nöthige Reduction auf die wahre Achse des Signales vernachlässiget wurde.

§. 121. Die Fehler in der Ablesung des Verniers haben vorzüglich ihren Grund in der Unzulänglichkeit der Vergrösserungs-Loupen. Bei angemessener Beleuchtung jedoch, und gehöriger Vorsicht in der Ablesung, kann nicht leicht um einen ganzen Theilstrich gefehlt werden. Die Unsicherheit wird daher bei den zwölfzölligen Theodoliten zwei, bei den achtzölligen fünf Secunden nicht übersteigen. Die Ablesung von zwei entgegengesetzten, oder allen vier Nonien, wird ebenfalls zur Verminderung des Fehlers beitragen.

§. 122. Diese beiden Fehler der Einstellung und Ablesung machen entweder für sich, oder mit dem etwa vorkommenden dritten in der Eintheilung zusammengenommen den Beobachtungsfehler der Richtung nach einem Objecte aus. Im ungünstigsten Falle kann dieser Gesammtfehler die Summe der einzelnen nicht übersteigen. Ueberdiess lehren zahlreiche Erfahrungen, dass, wenn alle Vorsicht und Sorgfalt auf die Beobachtungen verwendet werden, der mittlere Gesammtfehler einer einzelnen Einstellung für den zwölfzölligen Theodoliten innerhalb der Grenze von 1,7 Secunden, und für den achtzölligen von 2,0 Secunden verbleibe.

§. 123. Es ist einleuchtend, dass, wenn zwei Objecte mit einander einen zu messenden Winkel bilden, und bei der Einstellung nach einem jeden der

beiden Objecte ein Fehler begangen wird, der daraus entstandene Gesammtfehler der Winkelbeobachtung entweder der Differenz oder der Summe der beiden einzelnen gleich sein müsse, und zwar: je nachdem der Fehler im nämlichen oder entgegengesetzten Sinne begangen worden ist. Als Ergebniss genauer Untersuchungen kann jedoch der mittlere Fehler einer einzelnen Winkelbeobachtung, wenn er nicht jedesmal im nämlichen Sinne begangen wurde, bei ganz günstigen Umständen und bei Anwendung der vortrefflichen zwölfzölligen Theodoliten auf 0,8 bis 1,0 Secunden, bei achtzölligen auf 1,3 Secunden bis 1,5 Secunden angeschlagen werden. Wenn daher grössere Abweichungen vorkommen, so muss man die Ursachen anderwärts suchen.

§. 124. Die Einflüsse ungünstiger Umstände, welche die Beobachtungen begleiten, sind mannigfaltig, und ihre Beseitigung liegt nicht immer in der Macht oder Willkühr des Beobachters. Hierher gehören trübe Athmosphäre, ungünstige Beleuchtung oder Projicirung des Objectes, heftige Winde, welche am Instrumente nachtheilige Erschütterungen verursachen, wodurch das Auge der nöthigen Ruhe entbehrt, schlechte Beleuchtung in der Ablesung, unbequeme Stellung, sehr kalte Temperatur, und dergleichen. Zur Beseitigung der hieraus entspringenden Fehlerursachen, muss sich also der Beobachter den Grundsatz aufstellen, seine Messungen nie anders, als unter hinlänglich günstigen Umständen vorzunehmen, da an unverlässlichen Beobachtungen nicht nur nichts gewonnen ist, sondern vielmehr die Uebereinstimmung der übrigen guten Beobachtungen beeinträchtiget wird.

Fünftes Capitel.

Von dem Vorgange bei den Winkelbeobachtungen selbst.

§. 125. Um eine Gleichförmigkeit in der Methode der Winkelmessung einzuführen, und durch den Vorgang selbst darauf hinzuwirken, dass die unvermeidlichen Beobachtungs- und Instrumentenfehler sich leichter entdecken, und aus dem Resultate wegschaffen lassen, werden einige Anordnungen für die Beobachtung der Horizontal- sowohl, als der Verticalwinkel festgesetzt.

§. 126. Vor allem ist die Festigkeit der Aufstellung des Instrumentes unerlässliche Bedingung zur Erzielung sicherer Beobachtungen. Hiezu gehört, dass dasselbe weder von selbst durch Nachgiebigkeit des Bodens, noch durch Wind und sonstige in der Nähe statt findende Erschütterungen, so wenig als durch die unvermeidliche Bewegung des Beobachters auf dem Standpunkte, eine Verrückung erleide. Der nachtheilige Einfluss, welcher aus der Vernachlässigung dieser Vorsicht hervorgeht, ist der Art, dass die Beobachtungs-Resultate allen Werth verlieren. Das Stativ des Instrumentes darf daher nie unmittelbar auf den Erdboden hingesetzt werden, sondern es müssen etwa 1½ Schuh lange und

starke Pflöcke dem Boden gleich eingeschlagen, und in die Köpfe derselben erst die eisernen Fuss-Spitzen des Statives fest eingesetzt werden.

Bei erhöhten Ständen kann nicht genug Vorsicht auf ihre Festigkeit verwendet werden.

Muss die Beobachtung auf Thürmen oder sonst in Gebäuden geschehen, so sorge man, dass das Instrument wo möglich auf irgend eine Hauptmauer zu ruhen komme, und jene Steine, wo entweder ein Fuss des Instrumentes oder dessen hölzerne Unterlage aufsteht, vom Beobachter selbst nicht berührt werden.

§. 127. Die Messung eines Horizontalwinkels mit Theodoliten zwischen zwei Punkten A und B erfordert sonach folgende Operation:

1. Der Theodolit wird über das Centrum der Beobachtungs-Station, den eigentlichen Scheitel des Winkels, auf seinem Stative aufgestellt, und die Hauptachse des Alhidaden-Kreises vertical, folglich die Drehungsachse des Fernrohres sowohl als der Limbus, horizontal gerichtet.
2. Der Alhidaden-Kreis wird gedreht, das Fernrohr auf den einen Punkt A gerichtet, und der dieser Einstellung entsprechende Ort auf der Eintheilung des Limbus $= a$ abgelesen.
3. Bei unverrücktem Limbus wird der Alhidaden-Kreis abermals gedreht, das Fernrohr nach dem Punkte B eingestellt, und für diese Richtung ebenfalls die Angabe auf der Eintheilung $= a'$ gefunden.

Hierdurch ist eine Beobachtung vollendet, und der Winkel $W = a' - a$ oder $a - a'$ gefunden, je nachdem die Einstellung von A auf B dem Laufe der Eintheilung folgte, oder in umgekehrter Ordnung stattfand.

§. 128. Man kann sich aber zur Erzielung einer hinlänglichen Sicherheit des Resultates mit einer einzelnen Beobachtung noch nicht begnügen, sondern die Beobachtungen müssen auf eine geeignete Weise vervielfältiget werden, was auf zweierlei Art geschehen kann, nämlich entweder durch die Wiederholung der einzelnen Beobachtungen auf die eben beschriebene, oder sogenannte einfache Art, oder aber durch die eigentliche Repetition.

§. 129. Geschieht nun die Vervielfältigung auf die einfache Art, so wird der Winkelmesser, sobald die erste Beobachtung des Winkels vollendet ist, über seinem Centro so verstellt, dass man bei der Einrichtung des Fernrohres nach A von einem andern z. B. um 20 Grad verschiedenen Punkte der Eintheilung auf dem Limbus ausgeht. Hierauf wird die nämliche Operation wie im §. 127 wiederholt, und man erhält aus den Ablesungen ein zweites Resultat für den Winkel. Auf diese Art kann eine beliebige Anzahl einzelner Beobachtungen gefunden werden, welche sich auf verschiedene Punkte der Theilung beziehen, und unter gleichen Verhältnissen ein desto grösseres Gewicht haben, je zahlreicher sie sind.

Die Verstellung des Instrumentes geschieht bei einfachen Theodoliten durch das Umheben des metallenen Fussgestelles und Versetzen der Füsse in andere Lagen; bei den repetirenden aber durch die blosse Verrückung (Drehung) des Limbus um seine Achse.

§. 130. Die andere Methode der Vervielfältigung, oder die eigentliche Repetition kann nur bei den hiezu eingerichteten repetirenden Theodoliten, an welchen der Limbus sowohl als der Alhidaden-Kreis um die Drehungsachse beweglich ist, stattfinden. Sie besteht in einer fortgesetzten Messung des Winkels zwischen A und B, wobei jederzeit die Ablesung auf der Eintheilung, welche der Einstellung des Fernrohres nach dem zweiten Objecte B entspricht, als Nullpunkt für die Einstellung nach A bei der folgenden Beobachtung dient.

Wäre also, nachdem die erste Beobachtung gemacht, die Ablesung bei dem Objecte $A = a$ bei $B = a'$, so wird:

1. Bei festgeklemmtem Alhidaden-Kreise und unverrücktem Index, der durch Nachlassen der Klemmschraube geöffnete Limbus-Kreis wieder auf A eingestellt.
2. Nun wird der Alhidaden-Kreis bei festgeklemmtem Limbus auf den Punkt B eingestellt, wobei der Index die Ablesung $= a''$ angibt.
3. Bei der ersten Ablesung a' ergibt sich das einfache, bei der zweiten das doppelte Winkelmass zwischen A und B; es ist nämlich $a' - a = W$, $a'' - a = 2\,W'$, folglich $W' = \frac{a'' - a}{2}$; ebenso bei der dritten Beobachtung $W'' = \frac{a''' - a}{3}$ und sofort erhält man aus dem Unterschiede zwischen der ersten Ablesung a und der letzten a^n stets einen vielfachen Winkelabstand, welcher, getheilt durch die Anzahl der Beobachtungen $= n$, den wahrscheinlichen Werth des einzelnen Winkels $W^{n-1} = \frac{a^n - a}{n}$ angibt.

§. 131. Eine andere Methode der Repetition besteht darin, dass man jeden zwei- oder dreifachen Winkel abliest und dergestalt auf einem anderen Wege der Wiederholung, aus je zwei oder vier Beobachtungen, einzelne Resultate erhält, woraus der mittlere Werth des Winkels durch Zusammenstellung der einzelnen Bestimmungen nach ihrer Verlässlichkeit gefunden wird.

§. 132. Da man durch die Ablesung der Verniers bei jeder Richtung des Fernrohrs nach einem Objecte des Horizontes zugleich den entsprechenden Ort auf dem Limbus-Kreise erhält, so ergeben sich hieraus auch die Winkel aller, von einem Centro aus collimirten Punkte A, B, C, D, E, F unter einander mit gleicher Genauigkeit. Das Verfahren bei der Messung der Winkel einer Dreiecks-Station auf die einfache Art wird daher in Folgendem bestehen:

Unter den zu beobachtenden Objecten wählt man jenes als Anfangspunkt aus, welches hinsichtlich der Sichtbarkeit und Reinheit seines Bildes am vorzüglichsten zur scharfen Collimirung geeignet ist.

Auf dieses wird das Fernrohr eingestellt, die Verniers abgelesen, und in der Reihenfolge weiters die Einstellung und Ablesung auf *B*, *C*, *D*, *E*, *F* vorgenommen, dann, nachdem der ganze Horizont durchlaufen, wieder auf *A* zurückgekehrt. Eine solche Messung der Winkel eines ganzen Horizontes heisst die Ausführung einer Beobachtungsreihe.

Nach Vollendung der ersten Reihe wird in umgekehrter Ordnung nämlich von *A* nach *F*, *E*, *D*, *C*, *B* die Beobachtung wiederholt und nach *A* zurückgekehrt, wodurch man eine zweite Beobachtungsreihe erhält.

Der Vorgang solcher paarweise als Gruppen von zwei nach entgegengesetzter Richtung beobachteten Reihen dient vorzüglich dazu, um den Einfluss einer Verstellung des Instrumentes aus dem Resultate zu eliminiren.

Das Mittel aus den Ablesungen beider Reihen wird den mittleren Ort eines Objectes auf dem Kreise, die Differenz dieser mittleren Orte aber die Winkel zwischen den Objecten angeben. Unter Befolgung dieser Vorschrift werden die Beobachtungsreihen fortgesetzt, mit dem Unterschiede jedoch, dass man, um den Einfluss der Theilungsfehler wegzuschaffen, bei den folgenden Beobachtungsgruppen stets von einem wie im §. 129 bemerkten verschiedenen Anfangspunkte der Theilung ausgeht.

Sind auf diese Art einige z. B. vier vollständige Beobachtungsreihen aller Objecte eines Polygons zu Stande gebracht, so wird, um den optischen Fehler der Collimations-Linie zu heben, eine gleiche Anzahl Reihen mit dem um 180 Grad rotirten Fernrohre und mit denselben Regeln wie bisher, beobachtet.

§. 133. Bei den im §. 130 erklärten Winkelbeobachtungen nach dem Principe der Repetition wird der ganze Bogen, welchen der Index des Instrumentes von der ersten bis zur letzten Beobachtung durchlaufen hat, durch die Anzahl der Beobachtungen dividirt, und das hiedurch erhaltene Winkelmass als wahrscheinlicher Werth angenommen. Da jedoch die Erfahrung vielfältig lehrt, dass, besonders bei langer in ununterbrochener Reihe fortgesetzter Repetition auf solche Art, die Resultate an Sicherheit nichts gewinnen, vielmehr Anomalien zeigen, so wird in Zukunft bei der repetirenden Winkelmessung ein ähnliches Verfahren, wie für die einfachen Beobachtungen angeordnet wurde, zu befolgen sein.

Die Beobachtungen werden, um den Gang der einzelnen Resultate besser prüfen zu können, ebenfalls paarweise gemacht, nämlich Gruppen zu zwei oder vier Beobachtungen gebildet, nach jedem zwei- oder vierfachen Winkel abgelesen und aus jeder höchstens vierfachen Beobachtungsgruppe, nach der sonst für die Repetition üblichen Art, ein Resultat gezogen.

Nach einer Anzahl Beobachtungen wird das Fernrohr durch Rotirung über das Zenith in seinen Pfannen umgelegt und eine gleiche Anzahl Beobachtungen vorgenommen. Auch hier muss, um den Einfluss der Friction an der Drehungsachse aus dem Resultate zu schaffen, jeder Winkel eben so oft mit der Theilung als gegen die Theilung beobachtet, daher bei einer Reihe das linksliegende Object, bei einer anderen aber das rechtsgelegene zuerst collimirt werden.

Damit alle Winkel eines Polygons unter verschiedenen atmosphärischen Umständen beobachtet werden, dürfen die einzelnen Beobachtungsreihen für jeden Winkel aus keiner zu grossen Anzahl Gruppen bestehen, daher es zweckmässig ist, jede Reihe auf vier bis sechs Beobachtungen zu beschränken und mit der Messung der verschiedenen Winkel abzuwechseln.

§. 134. Zum Schlusse finden noch folgende Andeutungen sowohl bei der Messung auf die einfache als repetirende Art ihre Anwendung.

Die Ablesung aller vier Verniers nach jeder Beobachtung trägt zur Richtigkeit der Resultate besonders bei; übrigens können besondere Verhältnisse hemmend eintreten, in welchem Falle jedoch immer nicht nur die Anzahl der Beobachtungen vermehrt, sondern nach jedem Beobachtungspaare jedenfalls die zwei entgegengesetzten Verniers abgelesen werden müssen. Die erste Einstellung bei Anfang einer Beobachtungsreihe pflegt gewöhnlich auf den Nullpunkt der Theilung zu geschehen. Wechselt man jedoch mit den Beobachtungen der Winkel häufig ab, so wird eine bedeutende Zeitersparung daraus entstehen, dass die letzte Ablesung einer beendigten Reihe ohne auf den Nullpunkt einzustellen, gleich als erste der neuen Beobachtungsreihe angenommen wird.

Es versteht sich wohl von selbst, dass während der Beobachtungen, von Zeit zu Zeit, die Horizontalität des Alhidaden-Kreises geprüft und nach Erforderniss berichtiget werden müsse. Das aus einer Anzahl von acht vollständigen Beobachtungsreihen erhaltene Mittel wird, wenn alles gut von Statten geht, gehörige Vorsicht und Aufmerksamkeit angewendet wird, und die äusseren Umstände günstig sind, hinreichen, um die Winkel der Haupt-Dreiecke bis auf eine Secunde genau zu erhalten. Die Harmonie im Gange der Beobachtungen und die Grösse der Unterschiede in den einzelnen Resultaten, werden den Beobachter leicht beurtheilen lassen, ob er mit dieser Anzahl Beobachtungen schon die erforderliche Sicherheit des Endresultates erreicht habe oder nicht; im letzteren Falle müssen die Beobachtungsreihen auch bis zur doppelten Anzahl und darüber fortgesetzt werden.

Für Neben-Dreiecke können immer schon drei bis vier Beobachtungsreihen genügen, doch müssen deren drei jedenfalls gemacht werden, damit bei vorkommenden starken Unterschieden zwischen zweien die dritte entscheide.

Wenn die vollständige Ausführung der erforderlichen Beobachtungsgruppen durch den Eintritt zu starker Vibration, durch schlechtes Wetter, oder durch den Abend unterbrochen wird, so trachtet man das Fehlende bei der nächsten günstigen Gelegenheit zu ergänzen.

§. 135. Nachdem nun das Verfahren bei der Messung der Horizontal-Winkel sowohl nach der Methode der Vervielfältigung durch einfache Beobachtungen, als nach jener der eigentlichen Repetition auseinandergesetzt ist, wird es auch nöthig, die besonderen Vor- und Nachtheile dieser Methoden etwas näher zu beleuchten. Die Methode der einzelnen Messungen gewährt den Vortheil, dass die Resultate zur Bestimmung der Winkel aller im Horizonte einer Dreiecks-Station zu collimirenden Objecte, unter gleich günstigen Umständen, viel schneller als nach dem Principe der Repetition erhalten werden, weil hier die Einstellung des Fernrohres auf ein jedes Object nur einmal zu geschehen braucht, um dann für alle mit diesem Objecte zu bildenden Winkel im Horizonte zu dienen; während bei der Repetition hingegen die Einstellung bei jedem einzelnen Winkel zweimal erfolgen muss.

Sind aber nicht alle im Horizonte einer Dreiecks-Station zu collimirenden Objecte gleich gut sichtbar, was nur zu häufig geschieht, so geht der Vortheil auf die Repetitions-Methode über, die successive eine gute Sichtbarkeit nur von den zwei betreffenden Objecten nothwendig erheischt, welche den eben zu messenden Winkel bilden.

Auch hat unter besonderen Verhältnissen die Repetitions-Methode das Gute für sich, dass der Beobachter, ohne zur Ablesung der Verniers um den Stand herum zu gehen, was oft gar nicht angeht, stets durch die Drehung des am Limbus festgeklemmten Alhidaden-Kreises in einer angemessenen günstigen Lage ablesen kann.

§. 136. Was die Sicherheit der Resultate betrifft, welche sich durch jede dieser Methoden mit gleich guten Instrumenten erreichen lässt, so liefern die Ergebnisse der bisher ausgeführten geodätischen Operationen in verschiedenen Staaten den Beleg, dass bei gleicher Aufmerksamkeit und angemessener Behandlung des Instrumentes, sowohl nach der einen als nach der anderen Methode, Resultate sich aufstellen lassen, welche einander am Werthe nicht nachstehen, und allen Anforderungen einer Landesvermessung genügen; doch geben die durch die neuesten Gradmessungen aufgestellten Resultate, für welche vorzugsweise das Princip der Vervielfältigung durch einfache Beobachtungen angewendet worden, einen starken Ausschlag zu Gunsten dieser Methode.

§. 137. Im Allgemeinen sollen auf Dreiecks-Stationen, welche mit Signalen bezeichnet sind und eine unbeschränkte Aussicht über den ganzen Horizont gewähren, jederzeit einfache Winkelmessungen mit mehrmaliger Wiederholung vorgenommen werden; auf Stationen aber wie z. B. auf Kirch-

thürmen oder solchen Punkten, wo der Beobachter, um eine nachtheilige Erschütterung bei der minderen Solidität des Standes zu vermeiden, bei Ablesung der Verniers nicht wohl um das Instrument herumgehen darf, werden Winkelmessungen mit Repetitionen vorzuziehen sein.

§. 138. Bei der Messung der Höhenwinkel ist, ebenso wie bei den Horizontal-Winkeln, die genaue Horizontalstellung des Instrumentes und zeitweise Prüfung rücksichtlich der Unverrücktheit eine unerlässliche Bedingung zur Erzielung sicherer Resultate.

Alle zur Berechnung eines Höhennetzes dienenden Vertical-Winkel werden stets aus doppelten Zenithdistanzen bestimmt, und die Messung derselben muss jederzeit getrennt von jener der Horizontalwinkel vorgenommen werden. Das Instrument wird nach und nach auf die Punkte eingestellt, deren Zenithdistanz man beobachten will. Nachdem diess geschehen und die Verniers am Höhenkreise abgelesen sind, wird das Fernrohr rotirt oder umgelegt, und die Alhidade um 180 Grad gedreht, daher der Höhenkreis, wenn er früher zur rechten Hand gestanden, nun zur linken sein wird. Hierauf geschieht die Beobachtung der Objecte und Ablesung der Verniers in umgekehrter Reihenfolge der Punkte. Der Unterschied der beiden Ablesungen eines jeden Punktes gibt dessen doppelte Zenithdistanz, woraus durch die Halbirung die gesuchte einfache hervorgeht. Nachdem die halbe Summe der beiden Ablesungen den Ort des Zenithes angibt, der folglich bei allen Objecten der nämliche werden muss, so bietet dieses gleich eine leichte Prüfung der Richtigkeit der Messungen dar. Die Bestimmung eines Vertical-Winkels aus bloss einfachen Zenithdistanzen darf nur aushülfsweise in solchen Fällen stattfinden, wo die entsprechende zweite Beobachtung, entweder wegen ungünstigen Umständen, oder aus Mangel an Zeit bei untergeordneten Höhenmessungen nicht abgewartet werden kann.

Für die Zenithdistanzen der Hauptpunkte muss der Beobachter bedacht sein, wenigstens drei, für jene der Nebenpunkte aber zwei Resultate aus wiederholten Beobachtungen zu erhalten.

§. 139. Um aus dem halben Unterschiede der auf dem Höhenkreise in beiden Lagen abgelesenen Oerter die richtige, dem oberen Zenithpunkt entsprechende Zenithdistanz, und nicht etwa irrigerweise das Complement zu erhalten, muss von dem Beobachter unabänderlich die nämliche Ordnung in den Operationen der Beobachtung oder wenigstens in der Eintragung der Ablesungen befolgt werden. Diese Vorschrift ist besonders nothwendig, um in solchen Fällen Verwechslungen zu vermeiden, wo die collimirten Objecte mit der Beobachtungs-Station fast im nämlichen Niveau liegen, folglich schwer zu beurtheilen ist, ob die ausgemittelte Zenithdistanz die wahre, oder bloss ihr Complement vorstelle.

§. 140. Bisher wurde das Verfahren der Winkelbeobachtung mittelst Theodoliten erörtert; sind jedoch die Beobachtungen mit einem Multiplications-Kreise vorzunehmen, so muss bei den Horizontalwinkeln vorerst die Ebene des Kreises in die Ebene der beiden zu collimirenden Signale gebracht werden, weil bei horizontaler Lage dieses Instrumentes keines der Fernröhre vertical auf und ab bewegt werden kann. Nun wird das obere Fernrohr mit der Einstellung auf den Nullpunkt auf das rechte Object scharf eingerichtet, dasselbe geschieht mit dem unteren Fernrohr auf das linke Object. Dreht man hierauf den ganzen Kreis ohne Verrückung der Fernröhre dergestalt, dass das untere Fernrohr auf das Object rechts zu stehen komme, so wird natürlich das obere Rohr um das Mass des Winkels in derselben Richtung die Bewegung erlitten haben. Ist diess geschehen, so wird die Klemmschraube des oberen Rohres gelöst, und mit demselben das linke Object genau pointirt, wodurch sich auf dem Limbus, wenn man die Excentricität des unteren Fernrohres, wovon später die Rede sein wird, einstweilen übersieht, das doppelte Mass des Winkels ergibt.

Es ist einleuchtend, dass man bei einer, zwei, drei und mehrmaliger Wiederholung dieses Verfahrens, sobald die letzte Ablesung des Verniers auch gleich immer für die nächste Beobachtung als Einstellungspunkt dient, das vier-, sechs-, achtfache u. s. w. des Winkels, und durch die Division somit jederzeit das Mass des einfachen Winkels erhält.

§. 141. Bei der Messung der Zenithdistanzen wird der Multiplications-Kreis vorerst nach §. 110 genau in die verticale Lage gebracht, so, dass das obere Fernrohr zur linken Seite des Beobachters stehe. Nachdem der Alhidaden-Kreis auf den Nullpunkt gestellt, wird nun das obere Fernrohr selbst, mittelst der Micrometer-Schraube der Limbus-Achse auf das Object scharf eingerichtet, sodann das grosse Niveau, welches von dem unteren Fernrohre getragen ist, mit der dasselbe allein bewegenden Micrometer-Schraube, in die horizontale Lage gebracht. Hierauf wird der Kreis vermöge der Azimuthal-Bewegung um 180° gedreht, das Niveau mit der Micrometer-Schraube der Limbus-Achse in horizontaler Lage fest gehalten, endlich das obere Fernrohr los gemacht, und mit demselben, durch Hülfe der Micrometer-Schraube der Alhidade, das Object neuerdings collimirt. Aus der auf diese Weise erhaltenen Ablesung ergibt sich die doppelte, und bei Wiederholung dieses Vorganges, so wie bei den Horizontal-Winkeln sofort die vier-, sechs-, achtfache Zenithdistanz.

§. 142. Uebrigens wird der aufmerksame Beobachter auch für den Gebrauch dieses Instrumentes, von den mit grösserer Umständlichkeit für die Beobachtungen mit Theodoliten gegebenen Anleitungen, den gehörigen Nutzen zu ziehen, und in Anwendung zu bringen wissen, daher jede weitere Auseinandersetzung hierüber zwecklos wäre.

§. 143. Die Benützung der geeigneten Jahres- oder Tageszeiten zu den Beobachtungen ist zur Erzielung verlässlicher Resultate von grosser Wichtigkeit. Es wurde bereits früher als Regel aufgestellt, dass die Winkelmessungen nie anders als unter hinlänglich günstigen Umständen vorgenommen werden sollen. Die kühlere Jahreszeit im Frühlinge und Herbste eignet sich vorzugsweise zu den Beobachtungen, und in der heissen Jahreszeit, wo die Atmosphäre nur kurze Zeit des Morgens und Abends im Zustande der Reinheit und Ruhe sich befindet, müssen die günstigen Augenblicke von dem Beobachter mit aller Thätigkeit benützt werden.

Was die Messung der Zenithdistanzen betrifft, wobei die Strahlenbrechung eine so bedeutende Rolle spielt, muss der Beobachter jene Zeit vermeiden, in welcher sie am stärksten und unregelmässigsten ist. Dieselbe nimmt gewöhnlich einen periodischen Gang, und zwar nach Sonnenaufgang ist sie gross aber unregelmässig, und nimmt gegen Mittag hin, ab. Nachmittags, besonders gegen Sonnenuntergang, nimmt sie wieder regelmässig zu, und wird dann oft so bedeutend, dass Gegenstände, welche des Tags über unter dem Horizonte liegen, Abends in Folge der Refraction über den Horizont hervortreten.

Dem zu Folge ist es am zweckmässigsten, die Zeit des Morgens, dann Nachmittags und Abends gegen Sonnenuntergang zur Messung der Horizontal-Winkel zu benützen, dagegen die Zenithdistanzen in Tageszeiten zu beobachten, die hinlänglich vom Auf- und Untergange der Sonne entfernt sind.

§. 144. Nicht selten sind bei dem Gebrauche der Winkelmesser noch Reductionen der beobachteten Winkel nothwendig, um den wahren Werth derselben zu ermitteln. Um also den möglichst hohen Grad der Genauigkeit einer Vermessung zu erzielen, muss der Erhebung der nöthigen Elemente für diese Reductionen die nämliche Aufmerksamkeit und Sorgfalt gewidmet werden, wie der Winkelbeobachtung selbst.

Die zu erhebenden Elemente gehören:

a) Zur Reduction des beobachteten Winkels auf das Centrum des Signales am Standpunkte.

b) Zur Reduction auf die verticale Achse der collimirten Signale.

§. 145. Befindet sich der Mittelpunkt des Instrumentes ausserhalb der Achse des Zeichens am Standorte, so muss der excentrisch gemessene Winkel auf den Mittelpunkt des Signales gebracht, oder der Winkel muss centrirt werden.

Diese Centrirung geschieht auf zweierlei Art:

1. Mit Hülfe der gemessenen Entfernung r vom Centro O des Signales bis zum Mittelpunkte C des Instrumentes und dem Richtungswinkel y, oder
2. Mittelst der vom Mittelpunkte des Instrumentes C gefällten Perpendikel p und q auf die Richtung der Schenkel AO und BO, welche den wahren Winkel bilden. (Taf. VII. Fig. 40.)

Von diesen beiden Methoden ist die erstere nicht nur wegen der einfachern und leichtern Erhebung ihrer Daten, sondern auch desshalb vorzuziehen, weil sie in Betreff der Genauigkeit und Allgemeinheit wirklich den Vorzug verdient.

Die Massen von r sowohl als von p und q werden in Wiener-Klafter nach der Decimal-Eintheilung bis auf Tausendtel angegeben.

Der Richtungswinkel y ist der jederzeit horizontale Winkel, zwischen dem anvisirten Signale links, und dem Centro des Zeichens am Standorte vom Mittelpunkte des Winkelmessers aus betrachtet; wird daher von dem linken Objecte an, über die linke Hand, von 0^0 bis 360^0 zum wahren Centro der Dreiecks-Station gezählt. Die Genauigkeit bei der Ausmittlung des Richtungswinkels braucht sich übrigens nur auf einzelne Minuten zu erstrecken.

Die Fälle zur Centrirung eines Winkels kommen gewöhnlich bei natürlichen Zeichen, z. B. Kirchthürmen, Kapellen und so weiter, so wie bei steinernen Signalen vor, welche inwendig voll aufgemauert sind, daher keine Aufstellung des Instrumentes im Mittelpunkte erlauben. Bei ersteren wird die genaue Erhebung der Reductions-Elemente zuweilen eine ziemlich zusammengesetzte Operation erfordern, wozu die Geometrie verschiedene Mittel darbietet, deren Anwendung jedoch, den Umständen gemäss, der Beurtheilung des Beobachters überlassen bleibt.

Ereignet es sich, dass besonders bei Kirchthürmen ein Winkel von zwei Seiten gemessen werden kann, so ist diess niemals zu unterlassen, und die Reductions-Elemente werden von beiden Seiten erhoben, um so zu sagen, gleich eine Controlle der Messung zu erhalten.

§. 146. Wenn bei einer Winkelmessung die Achse des anvisirten Zeichens nicht unmittelbar collimirt worden ist, so bedarf der beobachtete Winkel einer Verbesserung, das ist der Reduction auf diese Achse. Die Fälle zur Reduction eines beobachteten Winkels auf die Achse, treten in der Wirklichkeit sehr häufig desshalb ein, weil wegen momentan schlechter Beleuchtung, oder andern atmosphärischen Einflüssen nicht die Achse des anvisirten Zeichens, sondern vielleicht nur eine *Façe* collimirt wurde. Der Trigonometer hat daher diese Fälle nie unberücksichtiget zu lassen, wenn seine Beobachtungen sich der Wahrheit nähern sollen.

Als Elemente für diese Reduction dienen r' die Entfernung des collimirten Punktes von der Achse des Zeichens beim Objecte rechts, und r'' jene für das Object links. Die Bestimmung dieser Entfernungen r' und r'' wäre an und für sich einfach und sicher, wenn der Grundriss des Signales nach §. 89 aufgenommen, genau orientirt, und der Mittelpunkt gehörig bezeichnet ist, sobald nur der Beobachter im Stande wäre, die Höhe genau anzugeben, auf welche bei der Collimirung der beleuchteten Seite visirt wurde. Schwieriger ist es, die Reductions-Elemente für die Phasen, welche Kugeln, Cylinder und andere zur Collimirung dienende Gegenstände zeigen, auszumitteln, weil hiezu nicht nur

die Lage und Gestalt des pointirten Zeichens bekannt sein, sondern auch aus dem Stande der Sonne und Dauer der Winkelmessung die Lage der beleuchteten Fläche und die Richtung des Schattens im Anfange und am Ende der Beobachtung gegen den einen Schenkel des gemessenen Winkels bestimmt werden muss, um hieraus das Element für die mittlere Reduction zu berechnen.

Der Trigonometer wird daher oft seine Zuflucht zu mehr complicirten grafischen Constructionen nehmen müssen, um diese Elemente hinlänglich genau zu erhalten.

Manchmal aber werden auch vor- und nachmittägige Beobachtungen genügen, um daraus ein mittleres Resultat zusammenzustellen, welches vom Einflusse der Phasen befreit ist. Bevor eine Winkelmessung auf einem trigonometrischen Punkte beginnt, muss der Beobachter auch die Untersuchung über die Verticalität seines Signales am Standorte anstellen, und wo diese abweicht, die Entfernung bis auf 0,005 der Wiener-Klafter aufnehmen, und sowohl in dem Observations-Manuale unter der Rubrik: „Anmerkung" einschreiben, als in dem gezeichneten Grundrisse bemerken.

§. 147. Bei den Zenithdistanzen geschieht es häufig, dass sie nicht in jener Stelle, sowohl in Bezug auf den Standpunkt des Instrumentes, als hinsichtlich des Collimations-Punktes beobachtet werden, von welchen man die Höhenunterschiede im Wege der Berechnung zu bestimmen wünscht, woraus die Nothwendigkeit mehrerer Reductionen, und somit die Erhebung ihrer Elemente hervorgeht. Nachdem es angenommen ist, dass die Höhenunterschiede der trigonometrischen Punkte nicht auf die Spitze der Signale, sondern auf den natürlichen Boden sich beziehen müssen, so hat der Beobachter, er mag die Spitze oder was immer für einen andern Punkt, der ihm am deutlichsten erschien, collimirt haben, jederzeit dessen Höhe über dem natürlichen Boden, und ebenso am Standorte die Instrumentenhöhe über dem natürlichen Boden, als nothwendige Elemente zur Reduction beizubringen.

Zur Berechnung der Zenithdistanzen gehören daher:

a) Die Reduction ad Centrum,

b) die Reduction auf den natürlichen Boden des Signales am Standorte,

c) die Reduction auf den natürlichen Boden des collimirten Zeichens.

§. 148. Die Reduction ad Centrum kann bei Zenithdistanzen meistens vernachlässiget werden, da die Erfahrung lehrt, dass dieselbe keinen Einfluss auf das Höhenresultat nimmt; es wäre denn, dass die Entfernung des Standes vom Centro mehrere Klafter betrage, und die Länge der Dreiecksseiten gering wäre. In diesem Falle dienen als Centrirungs-Elemente r und y; welche ebenso wie bei den Horizontalwinkeln erhoben werden.

§. 149. Als Elemente für die andern Reductionen werden erfordert:

1. ad b. die Höhe h des Instrumentes am Standpunkte über dem natürlichen Boden; dabei muss, zur Vermeidung jedes Missverständnisses, der

Gegenstand, welchen der Trigonometer als natürlichen Boden betrachtet, ausdrücklich angegeben werden. Zum Beispiele bei einem Kirchthurme das Pflaster der Kirche, oder der erste Staffel u. s. w.

2. ad c. Die Höhe des Collimations-Punktes am anvisirten Objecte, dessen Zenithdistanz beobachtet wird, über dem natürlichen Boden.

Ausser diesen zur Berechnung unentbehrlichen Daten ist auch noch die Zeichenhöhe $= H$ von der Spitze des Signales bis an den natürlichen Boden am Standorte, und als Controlle h' die Tiefe des Instrumentes unter der Spitze oder über derselben beizubringen, gleichviel ob es natürliche oder künstliche Zeichen, Haupt- oder Nebenpunkte seien.

Alle zu diesen Reductionen erforderlichen Massen werden ebenso wie bei den Horizontal-Winkeln, im Decimalmasse der Wiener-Klafter bis auf Tausendtel angegeben, und über die Art der Erhebung, besonders bei natürlichen Zeichen, hat der Trigonometer die näheren Angaben in dem Observations-Manuale selbst einzutragen, oder in einer Beilage zu liefern.

§. 150. Um endlich die Gemeinnützigkeit der trigonometrischen Höhenmessungen noch weiter auszudehnen, wird dem Trigonometer empfohlen, bei Punkten, welche nahe an grossen Gewässern, als: Flüssen, Strömen, Seen, oder am Meere selbst liegen, den Höhenunterschied des als natürlichen Boden geltenden Punktes über dem Spiegel solcher Gewässer, mit Berücksichtigung und näherer Angabe des Wasserstandes, auf welchen sich die Bestimmung bezieht, wo es nur thunlich ist, zu ermitteln.

Sechstes Capitel.

Von den Feld- oder Observations-Manualen und Protocollen.

§. 151. Jeder Trigonometer hat seine Winkelbeobachtungen sowohl, als alle Elemente, welche zu deren Reduction nothwendig sind, überhaupt alle Umstände der Messung, an Ort und Stelle ordentlich in das Manuale mit Bleistift einzutragen.

Diese Manuale oder Handbücher sollen alle Daten, welche später bei der Ausarbeitung in die verschiedenen Protocolle aufgenommen werden, nebst den näheren Notizen über die Art ihrer Erhebung in aller Ausführlichkeit enthalten, damit man in späterer Zeit die etwa nöthigen Aufklärungen über die näheren Umstände der Erhebung daraus zu entnehmen im Stande sei. Am Schlusse der Feldarbeit werden die Handbücher von jeder Abtheilung gesammelt, und im Archive der Triangulirungs-Direction aufbewahrt.

Die Einrichtung dieser Handbücher, womit die Beobachter vor dem Abgange zur Feldarbeit versehen werden, ist aus dem rückwärts beigeschlossenen Musterbogen *B* ersichtlich, und deren Gebrauch durch die angeführten Beispiele zu Genüge verdeutlichet.

§. 152. Wegen des bedeutenden Nachtheiles, der aus dem möglichen Verluste eines solchen Observations-Manuales erwachsen könnte, ist die Einrichtung getroffen, dass jeder Trigonometer gleichzeitig mit den nöthigen Bögen des Observations-Protocolles versehen werde, in welches die Resultate der Original-Observationen sobald als möglich einzutragen, und sodann der Triangulirungs-Direction einzusenden sind.

§. 153. Die Einrichtung der Observations-Protocolle ist dergestalt vereinfacht, dass sie sowohl für die Horizontal- als Höhenwinkel dienen, und vom Trigonometer nur wenig Zeitaufwand ansprechen. Der rückwärts beigeschlossene Musterbogen *C* zeigt mit einem Beispiele ihre Anwendung, worüber nur noch folgende Bemerkungen nöthig erachtet werden.

Der Standpunkt des Instrumentes wird hinsichtlich seiner Lage gegen das Centrum des Signales durch das Zeichen ⊙, der Collimirungspunkt eines jeden Objectes aber durch einen starken Punkt (•) angedeutet.

Die Aufzeichnung des Standpunktes sowohl, als der Collimirungs-Punkte, soll mit der Lage in der Natur so viel Aehnlichkeit haben, dass der Berechnende aus der Ansicht der Figur schon zu erkennen im Stande sei, ob die Glieder der Reductionsformel bejahend oder verneinend ausfallen.

Rücksichtlich der Reductions-Elemente versteht es sich von selbst, dass insoferne auf derselben Dreiecks-Station sich die Standpunkte ändern, die Elemente für einen jeden der letzteren besonders ersichtlich gemacht werden müssen.

Die fünfte Rubrik enthält den Werth der einzelnen Winkel. Aus dem Manuale werden nämlich mit aller Genauigkeit die Beobachtungswerthe ausgezogen, das Mittel gefunden, und in diese Rubrik eingetragen.

In der Anmerkung müssen die Umstände der Messung, so wie etwa andere Angaben zur Beurtheilung des wahren Werthes der Beobachtungen ersichtlich sein, daher, wenn eine Reduction auf die Achse statt hat, dieses nebst den Reductions-Elementen darin besonders zu bemerken ist.

Schlüsslich müssen die Resultate der Horizontalwinkel von jenen der Höhenmessungen jederzeit separirt erscheinen.

§. 154. Die Einprotocollirung der Beobachtungen geschieht polygonsweise in der Ordnung, wie die Messungen auf einer Dreiecks-Station nach der andern vorgenommen werden.

Sobald eine Dreiecks-Station vollendet ist, hat der Trigonometer die erste Gelegenheit, wenn die Beschäftigungen auf dem Felde durch ungünstige Witterung unterbrochen werden, zur Eintragung der Beobachtungen aus dem Feld-Manuale in die Observations-Protocollbögen zu benützen.

Die Einsendung der letzteren hat ternionsweise, sobald sie die Beobachtung von wenigstens einer Dreiecks-Station umfassen, noch im Laufe der Feldarbeit zu geschehen, und darf nicht bis zur gänzlichen Beendigung derselben

verschoben bleiben, damit die Direction in den Stand gesetzt sei, den Gehalt der Beobachtungsresultate schon vorläufig zu beurtheilen, die Berechnungen im Calcul-Bureau allenfalls vornehmen, und das Mangelnde noch bei Zeiten vom Triangulator an Ort und Stelle beibringen zu lassen.

§. 155. Die Feld-Manuale und Observations-Protocolle sind die Quellen, aus welchen die Daten zu allen weiteren Bearbeitungen geschöpft werden; sie bilden daher das wichtigste Document für die Gediegenheit sämmtlicher Resultate und Behelfe, welche durch den Calcul aus der trigonometrischen Landesvermessung zu was immer für einem Zweck abgeleitet werden sollen. Daraus folgt, dass der Triangulator die grösste Genauigkeit und Verlässlichkeit in der Erhebung und Einregistrirung der Beobachtungs-Elemente, sowohl bei Führung des Feld-Manuales als bei der Verfassung des Observations-Protocolles beobachten müsse.

Indem die Direction die Leistungen, welche zuweilen nicht anders, als unter ungünstigen Verhältnissen erzielt werden können, nach Billigkeit zu beurtheilen weiss, und die daraus entspringenden unvermeidlichen Folgen dem Beobachter nicht zur Last zu legen gedenkt, gewärtiget sie um so mehr, dass kein bei dem Triangulirungsgeschäfte verwendetes Individuum anders als mit Offenheit zu Werke gehen, und der Wahrheit getreue Daten, so wie sie durch die Messung erhalten worden, vorlegen, auf keine Weise aber sich beigehen lassen werde, in was immer für einer Absicht willkührliche Aenderungen daran vorzunehmen.

Siebentes Capitel.

Zusammenstellung und Prüfung der Beobachtungs-Resultate.

§. 156. Es ist von hoher Wichtigkeit, dass der Trigonometer, bevor er seine Beobachtungen als zum Gebrauche gültig vorlegt, auch ganz überzeugt sei, dass er an selben den geforderten Grad von Genauigkeit erreicht habe, um, wenn diess nicht der Fall wäre, noch das Nöthige, bevor er seine Arbeitsstrecke ganz verlässt, nachholen zu können. Er wird daher nicht nur die einzelnen Beobachtungen für sich, sondern auch die Zusammenstellung derselben im Polygone und in den einzelnen Dreiecken einer Prüfung unterziehen müssen, um hieraus ihre Zulässigkeit beurtheilen zu können. Hiezu ist jedoch die Kenntniss der anzubringenden Reductionen und ihre Auflösung durch die Rechnung unentbehrlich, besonders in jenen Fällen, wo häufige Centrirungen in einem Netze vorkommen. Die Ausführung der Reductions-Berechnungen ist durch die Reductionsbögen, welche dem Trigonometer beigegeben werden, sehr erleichtert. Mit Hülfe des hiezu formirten Skelettes des Dreiecksnetzes, wird die vorläufige Berechnung der Dreiecksseiten mit möglichster Annäherung an

die Wahrheit, nach der Anleitung des zweiten Theiles dieser Instruction, so wie die Reduction für die Horizontal- und Höhenwinkel vorgenommen und zwar:

für erstere die Reduction *a* ad Centrum,
„ *b* auf die Achse,
„ *c* auf die Corden.
für die Höhenwinkel „ *a* ad Centrum,
„ *b* auf den Boden am Standorte,
„ *c* auf den Boden des collimirten Signales.

§. 157. Das Verfahren zur Prüfung und Zusammenstellung der einzelnen Beobachtungen besteht im Folgenden:

Alle zur Bestimmung eines Winkels erhaltenen Beobachtungen werden in eine Reihe zusammengestellt, addirt, und die erhaltene Summe durch die Anzahl derselben getheilt; das Resultat aber wo es vorkömmt noch durch die Reduction auf das Centrum und die Achse corrigirt. Das arithmetische Mittel, welches als ein vorläufig genähertes Resultat zu betrachten ist, dient zur Prüfung der einzelnen Beobachtungen, indem man dieselben mit diesem Mittel vergleicht.

Da es nun alle Wahrscheinlichkeit für sich hat, dass in jenen Beobachtungen, welche von dem arithmetischen Mittel mehr als gewöhnlich abweichen, Fehler begangen wurden, welche von dem Einflusse gewisser, vielleicht dem Beobachter selbst unbemerkt gebliebenen Verhältnisse herrühren, so ist man berechtiget, selbe aus der Beobachtungsreihe auszuschliessen, und das arithmetische Mittel nur aus den innerhalb der gewöhnlichen Fehlergrenzen übereinstimmenden Beobachtungen zu nehmen. Dass übrigens diess nur geschehen könne, wenn eine grössere Anzahl von Beobachtungen vorhanden ist, von welchen die Mehrzahl mit einander sehr nahe übereinstimmt, braucht wohl keiner Erwähnung. Das auf solche Art durch Eliminirung der stärker abweichenden Werthe enthaltene arithmetische Mittel, wird als das wahrscheinliche Resultat für den weiteren Gebrauch in die Rechnung genommen.

§. 158. Dieses einfache Verfahren, aus einer Anzahl Beobachtungen nicht nur das Endresultat zu ermitteln, sondern auch aus dem Gange und aus der Uebereinstimmung der einzelnen Resultate ihren Werth vorläufig zu taxiren, ist allgemein für alle Gattungen von Beobachtungen anwendbar, sie mögen mit oder ohne Repetition oder Multiplication erhalten sein.

Die Anwendung eines solchen Verfahrens wird den Trigonometer jederzeit in den Stand setzen, bevor er seine Dreiecks-Station verlässt, zu beurtheilen, ob er sich mit seinen Beobachtungs-Resultaten befriedigen dürfe, oder durch weitere Fortsetzung der Messungen noch einen höheren Grad von Genauigkeit erreichen müsse.

§. 159. Ein anderes Mittel zur Erforschung der an den Horizontalwinkeln erlangten Genauigkeit besteht in der Zusammensetzung der einzelnen Winkel im Polygone. Nachdem nämlich alle Winkelmessungen auf einer Dreiecks-Station vollendet, und die Resultate für die einzelnen Winkel des Polygons durch das im vorigen Paragraphe angezeigte Verfahren festgestellt sind, werden alle reduzirten sphärischen Winkel, welche rings um den nämlichen Punkt liegen, addirt, und untersucht, ob ihre Summe 360 Grade ausmache. Kommt dieses Resultat, wie es meistens der Fall sein wird, nicht zum Vorscheine, so wird die sich ergebende Differenz als Mass-Stab zur Beurtheilung der erreichten Genauigkeit der Winkelmessung dienen. Eine Abweichung von mehr als 6 Secunden über oder unter 360 Grade macht eine Wiederholung der Messung, zur Beseitigung der zweifelhaften Resultate, jederzeit wünschenswerth. Sollte sich der Fall ereignen, dass die Winkel einer Dreiecks-Station kein vollständiges Polygon bilden, so soll dessenungeachtet, wo es immer angeht, der Triangulator niemals unterlassen, die zur Completirung erforderlichen oder wenigstens den gesammten Rückenwinkel zu messen, ohne hiezu die etwa schon vorhandenen früheren Winkelmessungen in Anschlag zu bringen.

§. 160. Sind endlich die Beobachtungen auf einigen Dreiecks-Stationen dahin gediehen, dass die schon gemessenen Winkel mehrere vollständige Dreiecke bilden, so werden dieselben in dem Dreiecks-Register zusammengestellt, und untersucht, in wie weit sie die Bedingung des Dreieckes erfüllen, dass nämlich die drei auf die Corden reduzirten Winkel 180 Grade ausmachen.

Die hierdurch sich zeigenden Abweichungen von 180 Graden werden somit noch auf einem anderen Wege die Genauigkeit der Winkelresultate controlliren.

Der Erfahrung gemäss betragen diese Dreiecksfehler bei guten Messungen nicht leicht mehr als drei Secunden; der Trigonometer soll daher trachten, dieses Mass in der Wirklichkeit wenigstens bei der Mehrzahl seiner Dreiecke nicht zu überschreiten.

§. 161. Uebrigens dürfen die zu Folge dieser Prüfungen der Beobachtungsresultate etwa nöthigen Correctionen nur bei der winterlichen Ausarbeitung, unter den Augen der Triangulirungs-Direction, vorgenommen werden, und ist dem Trigonometer, wie im §. 155 erwähnt, auf keine Weise gestattet, an den Beobachtungen was immer für Verbesserungen anzubringen, da die vorläufigen Untersuchungen nur dazu dienen sollen, dem Beobachter von der Brauchbarkeit seiner Messungen die nöthige Ueberzeugung zu verschaffen, und bei Unzulänglichkeit der einen oder der anderen ihm die Nothwendigkeit der Nachmessung bei Zeiten darzuthun.

Achtes Capitel.

Von den auf die Messung eines Dreiecksnetzes sich beziehenden Protocollen.

§. 162. Nach dem Einrücken der Abtheilungen von der Feldarbeit werden die erhobenen Elemente gehörig geordnet, in die eigens lithografirten Bögen eingetragen, die nöthigen Reductionen und Berechnungen vorgenommen, und das ganze Elaborat mit einem Inhaltsverzeichnisse versehen, zu einem Protocolle gebunden und der Triangulirungs-Direction unterlegt.

In dieses Protocoll gehören:

I. Die Relation über die angeführte Vermessung, worin nicht nur der successive Fortgang, sondern auch die näheren Umstände, welche auf das Geschäft Bezug nehmen, als: physische Hindernisse oder Begünstigung, Mitwirkung von den Privaten oder der Landesbehörde und dergleichen, enthalten sein müssen.

II. Die topografischen Beschreibungen der trigonometrischen Punkte nach §. 85, 86 und 87.

III. Die rein ausgezeichneten *à la vue* Aufnahmen dieser Punkte nach §. 92 und die Grundrisse, Durchschnitte, etc. der Signale nach §. 89, 90 und 91.

IV. Sämmtliche Beobachtungen der Horizontal- und Höhenwinkel mit ihren Reductions-Elementen, welche aus dem Feld-Manuale, mit Anmerkung der während der Messung obgewalteten Umstände, übertragen werden.

Hiezu dienen eigens lithografirte Bögen

a) für die einfach gemessenen Horizontalwinkel,

b) für die repetirend gemessenen Horizontalwinkel und

c) für die Höhenwinkel.

V. Die vorläufige Berechnung der Dreiecke und Reductionen:

a) mit den vorher ausgemittelten und auf 180 Grade ausgeglichenen beobachteten Winkeln,

b) mit den ausgeglichenen Corden-Winkeln. Zur Uebersicht wird ein Dreiecks-Skelett im Mass-Stabe $1'' = 8000$ Wiener-Klafter beigeschlossen, welches bloss die in die Sectionen eingezeichneten gemessenen Dreiecke, und an ihren Seiten, die durch die Rechnung gefundenen Logarithmen enthalten muss.

VI. Die Zusammenstellung der einzelnen Polygone nach den beobachteten und ausgeglichenen sphärischen Winkeln.

VII. Das Dreiecksregister der Haupt- und Nebendreiecke, die aus der definitiven Berechnung hervorgehenden Resultate der Winkel und Seiten des gemessenen Netzes enthaltend.

VIII. Die Berechnung der Höhenunterschiede der trigonometrischen Punkte mit den hierzu erforderlichen Reductionen. Auch hier wird ein einfaches

Dreiecks-Skelett zur Uebersicht angereiht, in welchem nebst den gegenseitigen Zenithdistanzen längs den entsprechenden Seiten zugleich der gefundene Höhenunterschied bemerkt wird.

IX. Die Nachrechnung des Horizontalnetzes.

X. Die Nachrechnung des Höhennetzes.

XI. Endlich ein Uebersichts-Skelett jenes Landtheiles, wo die Vermessung vorgenommen wurde, und woraus nicht nur die geleistete Arbeit, sondern auch die etwa zur Fortsetzung projectirten Dreieckspunkte, so wie die an ältere Vermessungen anstossenden Linien oder gemessenen Basen ersichtlich sein müssen. Ein Muster davon ist in der Tafel IX. zu sehen.

§. 163 Der Trigonometer hat, ausser der Ueberwachung aller dieser Ausarbeitungen, insbesondere die sub I., IV., V., VI., VII. und VIII. bezeichneten, ausschlüsslich zu besorgen, während dem Gehülfen die Beschreibungen, Zeichnungen und Nachrechnungen zufallen. Die zur Ausarbeitung bestimmten lithografirten Bögen erleichtern den Vorgang bedeutend, und sind an sich so fasslich, dass sie keiner Erklärung bedürfen. Zu den einzelnen Berechnungen und Reductionen aber, so wie zur Ausgleichung der beobachteten Winkel im Dreiecke und Polygone enthält der zweite Theil dieser Instruction die nöthige Anleitung. Die topografischen Beschreibungen der trigonometrischen Punkte werden alphabetisch geordnet und länderweise so zusammengestellt, dass, wenn die Punkte eines Jahrganges in verschiedenen Provinzen gelegen wären, die Beschreibungen auch in so viele gesonderte Abtheilungen einzutragen kommen.

Die *à la vue* Aufnahmen werden nach der vorgeschriebenen Art ausgezeichnet, und darauf nicht allein der Standpunkt bemerkt, sondern auch die Gesichtslinie nach den umgebenden Dreieckspunkten gezogen, wie in der Tafel VIII. vorgestellt ist. Die Aufschrift ist folgende:

A la vue Aufnahme der nächsten Umgebung des trigonometrischen Punktes.

Und wo die Aufnahme des Weges vom nächsten Orte vorkommt, über dieselbe:

A la vue Aufnahme des Weges von bis zu dem trigonometrischen Punkte.

Zweites Hauptstück.

Von den astronomischen Messungen.

I. Abschnitt.

Von den Beobachtungen im allgemeinen, und von der Wahl der Punkte, auf welchen dieselben vorzunehmen sind.

Erstes Capitel.

Von dem Zwecke und der Nothwendigkeit der astronomischen Beobachtungen.

§. 164. Durch die trigonometrische Vermessung eines Landes wird wohl die gegenseitige Lage der Punkte bestimmt, allein sie reicht nicht zu, um ihre Position auf der krummen Oberfläche des Erdballes zu bestimmen, und ebenso wenig zu dem Entwurfe von Karten, die das Bild dieser Erdoberfläche darzustellen beabsichtigen, indem hiezu die Coordinaten des Meridians und Perpendikels oder was dasselbe ist, die Länge und Breite dieser Punkte vorerst bekannt sein müssen.

Um also diesen Zweck zu erreichen, müssen der trigonometrischen Vermessung stets auch die astronomischen Messungen angereiht werden, weil man dadurch in den Stand gesetzt wird, wenn einmal auf diese Weise die Länge und Breite eines trigonometrischen Netzpunktes so wie das Azimuth einer Dreiecksseite an demselben bestimmt ist, durch die Rechnung auch die geografische Ortsbestimmung aller anderen Punkte des Dreieckssystems zu finden.

§. 165. Obschon sich die astronomischen Bestimmungen nach dem eben Gesagten nur an einem einzigen Netzpunkte als unbedingt nothwendig darstellen, so wird es doch, besonders bei einer weit ausgedehnten Länderstrecke ein Gegenstand der grössten Beachtungswürdigkeit sein, nebst den astronomischen Bestimmungen eines solchen Hauptpunktes ähnliche Beobachtungen auch auf einigen andern Punkten des Dreieckssystems vorzunehmen, um hieraus die auf astronomischem Wege hergeleiteten Längen von Meridian- oder Parallelbögen mit jenen zu vergleichen, welche sich als Resultat der trigonometrischen Messungen herausstellen.

Dieses Verfahren bietet nicht nur die Möglichkeit, die Gesammtoperationen der Vermessung hinsichtlich ihrer Genauigkeit zu beurtheilen, sondern auch die nöthigen Elemente zur Entwicklung der Theorie über die Grösse und Gestalt der Erde zu liefern; dasselbe kann überdiess noch wesentlich zur näheren Erörterung jener Erscheinung beitragen, welche in der Abweichung der Resultate von Längen-, Breiten- und Azimuthal-Bestimmungen besteht, die einerseits un-

mittelbar durch astronomische Beobachtungen gefunden, und andererseits auf geodätischem Wege hergeleitet werden; Abweichungen, die man gewöhnlich einer Local-Anziehung oder der ungleichen Dichtheit der Erdschichten zuschreibt, deren Wirkung das Bleiloth oder die Libelle aus jener Richtung bringt, die ohne einer solchen Störung eintreten würde.

Zweites Capitel.

Von der Wahl der Punkte zu den astronomischen Beobachtungen.

§. 166. Die astronomischen Messungen werden daher an jenen Punkten vorzunehmen sein, die sich nach dem ausgesprochenen Zwecke besonders hiezu eignen, und zwar:

1. An dem Central-Punkte der Monarchie, das ist jenem, durch welchen der Haupt-Meridian und Haupt-Perpendikel geht.
2. An den gemessenen Basen oder Grundlinien.
3. An jenen trigonometrischen Punkten, wo die Dreiecks-Ketten enden, und einen Theil des Meridian- oder Parallel-Bogens bestimmen.

§. 167. Es versteht sich von selbst, dass der zu solchen Beobachtungen gewählte Punkt zu dem Dreiecksnetze gehören, oder durch gut conditionirte Dreiecke mit demselben verbunden werden müsse. Derselbe erfordert überdiess eine freie Aussicht, Stabilität, muss entfernt von Vibrations-Störungen sein, und sich dazu eignen, dass man auf demselben ein temporäres Observatorium für die Beobachtungen erbauen könne.

Drittes Capitel.

Von dem Bau des Observatoriums.

§. 168. Die Erbauung des Observatoriums ist grösstentheils von der Localität abhängig; es lassen sich daher keine bestimmten Vorschriften dafür angeben. Jedenfalls muss es, um seinem Zwecke zu entsprechen, hinlänglichen Raum enthalten, um darin die für die Instrumente nöthigen Steinpfeiler aufmauern zu können, und von Holz solid gebaut sein, um den atmosphärischen Einwirkungen zu widerstehen.

Für die Unterkunft des Beobachters und der begleitenden Mannschaft muss dabei besonders vorgedacht werden. Die letztere darf aber nicht im Beobachtungs-Locale selbst einquartiert sein.

Der Beobachter hat den Plan zum Observatorio zu entwerfen, und bei dem Baue selbst anwesend zu sein, damit nicht etwa zweckwidrig vorgegangen, und dadurch die Baukosten gesteigert werden; überhaupt aber soll bei der Erbauung des Observatoriums die möglichste Oeconomie gehandhabt werden. Endlich wird von dem erbauten Observatorio der Grund- und Aufriss aufgenommen, und die topografische Beschreibung beigebracht.

II. Abschnitt.

Von der Ausführung der Messungs-Operationen selbst.

Erstes Capitel.

Vorgang bei den Messungs-Operationen.

§. 169. Für das Verfahren bei den astronomischen Beobachtungen kann nicht wie bei den trigonometrischen Vermessungen ein gleichförmiger Gang vorgezeichnet werden, denn abgesehen, dass hiedurch ohne selbst einen Zweck zu erreichen, die Instruction viel zu weitläufig ausfiele, würde es überdiess das Ansehen haben, den Kenntnissen der damit beauftragten Individuen gewisse Schranken setzen zu wollen, während sie doch mit der stets fortschreitenden Wissenschaft gleichen Gang zu halten genöthiget sind.

Es wird daher dem Ermessen dieser Individuen überlassen, nach dem jeweiligen Standpunkte der practischen Astronomie sich jenes Verfahrens in ihren Operationen zu bedienen, welches für das kürzeste, geeignetste und genaueste erkannt wird, mit Vorbedacht jedoch, dass der gewählte Vorgang zugleich den Instrumenten entspreche, welche die astronomisch- trigonometrische Landesvermessung besitzt, und dem Orte angemessen sei, an welchem die Beobachtungen vorgenommen werden sollen.

§. 170. Dem zu Folge wird hier von den vorzunehmenden Beobachtungen nur das Nöthigste bemerkt, und im allgemeinen auf die von den Astronomen Littrow, Bohnenberger und Santini gegebenen Normen hingewiesen, die in den Werken: *Vorlesungen über Astronomie von Littrow; Astronomie von Bohnenberger; G. Santini, elementi di astronomia*, enthalten sind.

Die scheinbaren Positionen für die vorzüglich zu beobachtenden Sterne sind entweder aus dem Berliner astronomischen Jahrbuche von Encke, oder aus dem Nautical-Almanac zu erheben.

Zweites Capitel.

Von den zu astronomischen Beobachtungen geeigneten Instrumenten.

§. 171. Zu diesen Beobachtungen können im allgemeinen folgende bei der Triangulirungs-Direction vorhandene Instrumente gebraucht werden.

1. Der grosse astronomische Kreis.
2. Das Passagen- oder Mittagsrohr.
3. Der Meridian-Kreis neuer Construction.
4. Das Universal-Instrument.
5. Zwei Multiplications-Kreise von Reichenbach,
6. Ein astronomischer Theodolit.
7. Ein repetirender Theodolit.

8. Eine Pendeluhr von Molyneux.
9. Drei Chronometer.
10. Sonstiges Zugehör, als: Barometer, Thermometer und dergleichen.

Nachdem aber die beiden erstgenannten Instrumente der Grösse und des Gewichtes wegen, ihre Transportirung bedeutend erschweren, so sind unter den übrigen folgende besonders geeignet, nämlich:

a) Der Meridian-Kreis.
b) Ein Multiplications-Kreis.
c) Das Universal-Instrument oder statt dessen der astronomische oder ein repetirender Theodolit.
d) Die Pendeluhr von Molyneux.
e) Zwei Chronometer.
f) Barometer und so weiter.

Drittes Capitel.

Von der Zeit oder Bestimmung der Correction der Uhr.

§. 172. Sobald die Instrumente aufgestellt und rectifizirt sind, wird zur Regulirung der Pendeluhr und Bestimmung ihres Standes und Ganges geschritten, deren genaue Kenntniss unerlässlich ist, um in den Längen-, Breiten- und Azimuthsbestimmungen gute Resultate zu erhalten.

Um den Stand und Gang der Pendeluhr oder der Chronometer kennen zu lernen, kann man sich folgender Operation bedienen:

1. Der Beobachtungen des Durchganges der Sterne im Meridiane.
2. Der correspondirenden Höhen und
3. der absoluten Zenith-Abstände der Sterne und der Sonne.

Um den blossen Gang der Uhr zu bestimmen, dienen

4. Beobachtungen von Stern-Verschwindungen hinter senkrechten terrestrischen Gegenständen.

Die erste dieser Beobachtungen geschieht mit dem Mittagsrohre oder mit dem Meridian-Kreise und ist für die Bestimmung des Fehlers der Uhr die einfachste und sicherste, daher sie vor den andern den Vorzug verdient.

Die beiden nächsten werden mit dem Multiplications-Kreise oder mit dem Universal-Instrumente vorgenommen; für die letzte ist ein einfaches Fernrohr hinreichend.

Viertes Capitel.

Von der Aussteckung der Mire.

§. 173. Nachdem mit Hülfe vorläufiger Beobachtungen die optische Achse des Fernrohres in die Ebene des Meridianes gebracht ist, wird in der Richtung desselben gegen Nord oder Süd ein gut sichtbares, wo möglich sich auf

den Himmel projicirendes Signal von Holz (Mire) errichtet, welches des Nachts beleuchtet werden kann. Die Entfernung dieses Signales ist so zu wählen, dass man dasselbe durch Verstellen des Oculares und zugleich die Fäden deutlich sehen kann, und durch Nebel und dergleichen nicht zu oft gehindert wird; in letzterer Beziehung darf diese Entfernung nicht füglich über 4000 Klafter betragen. Diese Mire dienet in der Folge dazu die optische Achse des Fernrohres im Meridian zu erhalten.

Fünftes Capitel.

Von der Breitenbestimmung.

§. 174. Unter den verschiedenen Methoden für die Bestimmung der geografischen Breite eines Punktes sind folgende als die einfachsten und genauesten zu empfehlen:

1. Die Beobachtung der Zenithdistanzen der Sterne im Augenblicke ihres Durchganges durch den Meridian mit Hülfe des Meridian-Kreises.
2. Jene der Zenithdistanzen der Sterne nächst dem Meridian und vorzüglich der Circumpolarsterne bei ihrem oberen und unteren Durchgange.
3. Jene der Zenithdistanzen der beiden Polarsterne zu jeder beliebigen Zeit.

Die Beobachtungen sub 2 und 3 geschehen mit dem Multiplications-Kreise oder dem Universal-Instrumente; und um den von der Lage des Nullpunktes abhängigen Fehler zu eliminiren, trachtet man sub 2 solche Sterne zu beobachten, wo die einen bei ihrem Durchgange durch den Meridian gegen Nord, die andern aber gegen Süd ungefähr gleichweit vom Zenith abstehen. Für Meridian-Vermessungen dienen vorzüglich:

4. Beobachtungen von Durchgängen durch den ersten Vertical mittelst des Mittagsrohrs oder Meridiankreises.

Sechstes Capitel.

Von der Längenbestimmung.

§. 175. Die geografische Länge eines Punktes wird erhalten:

1. Durch Beobachtungen von Feuersignalen, die mittelst Pulver gegeben werden.
2. Durch Beobachtungen der Sonnenfinsternisse, und der durch den Mond bedeckten Sterne.
3. Durch Uebertragung der Zeit mit Chronometern.

Das Gelingen dieser Bestimmungen, von welchen die erstere in jeder Rücksicht vorzuziehen ist, hängt hauptsächlich von der genauen Bestimmung des Uhrganges ab, worauf die genaue Kenntniss der Zeit beruht, in der die Phänomene beobachtet werden.

Siebentes Capitel.

Von der Bestimmung des Azimuthes einer Basis oder einer Seite des Dreiecksnetzes.

§. 176. Die Messung des Azimuthes bezweckt zunächst die Orientirung des trigonometrischen Netzes, dient aber ausserdem noch dazu, um die Abweichungen in Schranken zu halten und zu verbessern, welche sich in Folge begangener Fehler in den Winkelmessungen zeigen, besonders, wenn diese Fehler statt sich gegenseitig aufzuheben, sich immer mehr und mehr anhäufen. Die an sich schon schwierigen Beobachtungen des Azimuthes müssen mit den vorzüglichsten Instrumenten ausgeführt, und dabei jene Methoden angewendet werden, welche die genauesten Resultate sichern, wohl bemerkt, dass auch hier die genaue Zeitbestimmung ein hauptsächliche und unerlässliche Bedingung ist.

§. 177. Die Bestimmung des Azimuthes geschieht:

1. Durch die Beobachtung des Winkels zwischen einem irdischen Gegenstande und der Sonne im Osten, oder im Westen, welcher Winkel, verglichen mit dem Azimuthalwinkel der Sonne durch Summirung oder Subtraction, das gesuchte Azimuth des irdischen Objectes gibt. Zur Messung des Winkels zwischen dem irdischen Objecte und der Sonne, kann sowohl das Universal-Instrument, als auch ein repetirender Theodolit oder ein Multiplications-Kreis verwendet werden, allein im letzteren Falle wird die Reduction des Winkels auf den Horizont erforderlich.

Die Azimuthal-Beobachtungen der Sonne in der Nähe des Horizontes geben selten gut übereinstimmende Resultate, weil der Sonnenrand zu sehr den Einwirkungen der Oscillation ausgesetzt und die Bestimmung der Refraction zu unsicher ist. Der günstigste Zeitpunkt für solche Beobachtungen ist jener, wo die Sonne ungefähr 10 bis 15 Grade über dem Horizonte, und entweder in, oder nahe am ersten Verticale steht, da ihre scheinbare Bewegung dann nur langsam von der Vertical-Richtung abweicht.

2. Durch den Durchgang der Sterne im Meridian mit Hülfe des Passagen-Rohres.

Das Azimuth wird bei diesem Verfahren mit grosser Verlässlichkeit bestimmt, denn durch die Errichtung der Mire, wie im §. 173 erwähnt, in dem Meridian der Beobachtungs-Station, erhält man vorerst die allenfalls noch bestehende Abweichung der Mire vom Meridiane selbst, indem man die Durchgänge der Sterne zu zweien und zweien vergleicht, und hierauf das gesuchte Azimuth durch die Ermittlung des Winkels zwischen der Mire und dem irdischen Objecte mittelst eines Theodoliten oder dergleichen sehr leicht findet.

Hier kommt nur noch zu bemerken, dass die Abweichung der Mire vom Meridiane um so genauer bestimmt wird, je grösser der Declinations-Unterschied der beiden Sterne ist, deren Durchgang man in Vergleich stellen will. Am genauesten kann man dieselbe durch Beobachtung zweier Circumpolarsterne, von welchen einer in der oberen, und der andere in der unteren Culmination genommen wird, ermitteln. Auf eine etwas umständlichere Art wird diese Genauigkeit dadurch erreicht, dass man ein und denselben Circumpolarstern in seinem obern und untern Durchgange beobachtet, und beide Resultate mit einander vergleicht, vorausgesetzt, dass man in dem Zeitraume von 12 Stunden auf den regelmässigen Gang der Pendeluhr mit Zuverlässigkeit rechnen könne.

3. Durch die Beobachtung des Winkels zwischen einem irdischen Objecte und den beiden Polarsternen an jedem Punkte ihrer Parallelkreise, vorzüglich aber in ihrer grössten östlichen und westlichen Digression. Hiezu dient entweder das Universal-Instrument oder ein repetirender Theodolit.

Wenn diese Beobachtungen Abends und Morgens in den beiden Digressionen vorgenommen werden, (wo im Falle eingetretener Nacht der irdische Gegenstand mit einem Reverbere zu beleuchten wäre) vermindert sich bedeutend jeder fehlerhafte Einfluss, der entweder von der Zeitbestimmung oder der Declination des Sternes herrührt.

Achtes Capitel.

Von den Feld-Manualen und Protocollen.

§. 178. Alle Beobachtungen werden in dem Feld-Manuale eingetragen, von welchem in Rücksicht der Genauigkeit und Ausführlichkeit dasselbe zu gelten hat, was bei der trigonometrischen Vermessung im §. 151 und 155 gesagt wurde. Da jedoch die anzuwendende Methode bei den astronomischen Beobachtungen dem Ermessen des damit beauftragten Individuums überlassen ist, so wird auch für die Einrichtung dieser Manuale keine weitere Weisung ertheilt, vorausgesetzt, dass dieselben, um ihrem Zwecke jederzeit zu entsprechen, alle Daten mit möglichster Ausführlichkeit enthalten müssen.

§. 179. Die Protocolle in Bezug auf die astronomischen Beobachtungen werden, so wie bei den trigonometrischen Arbeiten erst während der Winter-Ausarbeitung vollständig ausgefüllt und berechnet, und bestehen in Folgendem:

I. Für die Bestimmung der Zeit.
II. Für die Breitenbestimmung.
III. Für die Längenbestimmung.
IV. Für die Bestimmung des Azimuthes.

In jedem dieser Protocolle wird der befolgte Vorgang ausführlich erklärt, und demselben noch die Relation, Zeichnungen u. s. w., beigeschlossen.

Drittes Hauptstück.

Verhalten in dienstlicher und ökonomischer Beziehung.

I. Abschnitt.

Von dem Verhalten in dienstlicher Beziehung.

Erstes Capitel.

Von den Dienstverhältnissen.

§. 180. Die Ausführung der astronomischen Beobachtungen behält sich die Triangulirungs-Direction selbst vor.

Für die trigonometrischen Vermessungsarbeiten werden eigene Abtheilungen aufgestellt, deren jede aus einem Instrumentenführer (Trigonometer, Triangulator) und aus einem Gehülfen (Adjuncten) besteht.

Bei der Messung einer Grundlinie werden mehr Gehülfen nöthig, und deren Zahl jeweilig von der Triangulirungs-Direction bestimmt.

Diese Individuen sind sämmtlich in ihrer Dienstleistung an die Direction des Triangulirungs- und Calcul-Bureau angewiesen, bei welcher sie jedes dienstliche Anliegen unmittelbar vorzubringen haben.

§. 181. Die bei einer Abtheilung als Gehülfen eingetheilten Individuen sind an die betreffenden Instrumentenführer zur Dienstleistung angewiesen; es hat daher jeder, welcher ein Anliegen an die Direction vorzutragen wünscht, sich desshalb an den vorgesetzten Instrumentenführer wegen der weitern Veranlassung, zu wenden.

§. 182. Während des auswärtigen Aufenthaltes unterstehen die bei der Landesvermessung angestellten Offiziere, in Hinsicht auf allgemeine Militär-Dienstpflichten und Disciplinar-Verhältnisse, dem General-Commando und den Local-Militär-Commanden der Provinz, wo sie sich befinden. Wenn sie daher Städte berühren, wo diese aufgestellt sind, haben sie sich dienstlich vorzustellen; im andern Falle aber, ist die Meldung von dem Ein- und Austritte in und aus dem Bereiche des General- oder Militär-Commandos, bei dem Beginne und der Vollendung der Feldarbeit, an dieselben schriftlich zu erstatten. Bezüglich aller übrigen dienstlichen Meldungen wird auf das Dienstreglement hingewiesen.

§. 183. Vor dem Abgehen an die Feldarbeit ertheilt die Triangulirungs-Direction den Abtheilungen eine besondere Instruction rücksichtlich der von ihnen zu leistenden Arbeiten, und versieht dieselben gegen Bescheinigung mit den erforderlichen Instrumenten, Requisiten, Schreib- und Zeichnungsmaterialien.

Zweites Capitel.

Von der Ausrüstung der Abtheilungen.

§. 184. Zur gewöhnlichen Ausrüstung einer Triangulirungs-Abtheilung gehören:

1. Ein Theodolit im hölzernen Kasten mit ledernem Futterale, einem wachsleinwandenen Ueberzuge für das Instrument selbst, Staubpinsel, Schraubenzieher und Stift, Oelfläschchen, Handsenkel und Wasserwage.
2. Ein hölzernes Stativ zum Instrumente mit Füssen zum Einschrauben.
3. Zwei achromatische Handfernröhre zur Recognoscirung und Aufsuchung der Punkte im ledernen Futteral mit Hängriemen.
4. Ein Aussteck- oder Recognoscirungs-Tischchen mit Diopterlineal und Boussole im hölzernen Kasten mit Tragriemen.
5. Ein Höhenmesser zur Bestimmung der Thurmhöhen.
6. Ein Dienstsiegel.
7. Ein Observations-Sessel.
8. Zwei Klafterstäbe mit der Decimal- oder Duodecimal-Eintheilung zum Zusammenlegen.
9. Zwei Senkbleie von geeignetem Gewichte.
10. Eine Windblache von Zwilch.
11. Ein Sonnenschirm von Leinwand.
12. Drei mit eisernen Ringen und Stahlspitzen beschlagene Pflöcke zur festeren Unterlage der Stativfüsse; einige in Leinöhl getränkte Rebschnüre von 10 Klafter Länge.
13. Ein Zelt; endlich nach Umständen
14. Zwei Heliotropen.

§. 185. Als Behelfe zur Geschäftsführung erhält überdiess jede Abtheilung noch ein Exemplar Logarithmen-Tafeln von Callet, und zwei Exemplare dieser Instruction nebst den erforderlichen Karten von der Provinz, in welcher gearbeitet wird, endlich den Bedarf an Zeichnungs- und Schreibmaterialien, ein Feld-Manuale und gedruckte Bögen für topografische Beschreibungen und Observations-Protocolle.

§. 186. Zu den astronomischen Beobachtungen dienen nebst den erforderlichen Requisiten einer gewöhnlichen Triangulirungs-Abtheilung noch die im §. 171 genannten Instrumente und bei vorkommenden Messungen einer Grundlinie wird die damit beauftragte Abtheilung noch mit dem im §. 19 bezeichneten Messapparate versehen.

§. 187. Zur sicheren Transportirung der Instrumente dienen eigens zu diesem Zwecke erbaute zweispännige Wägen, welche auf Riemen hängen und den Abtheilungen vor dem Abgehen ebenfalls gegen Bescheinigung übergeben werden.

§. 188. Die sorgfältigste Conservirung aller dieser Gegenstände, sowohl auf dem Transporte als im Gebrauche, ist jedem Instrumentenführer unter seiner Verantwortung zur Pflicht gemacht. Insbesondere muss er die grösste Aufmerksamkeit und Sorgfalt den kostspieligen Winkelmess-Instrumenten widmen, wenn sie im Gebirge entweder durch Menschen oder Lastthiere getragen werden, damit sie durch Unachtsamkeit in der Verpackung oder Fortbringung keine Beschädigung erleiden.

§. 189. Nach beendigter Arbeit und erfolgtem Einrücken der Abtheilungen sind sämmtliche Instrumente und Requisiten wieder an die Direction zu übergeben, wobei zu bemerken kömmt, dass jeder Instrumentenführer insbesondere und mit Offenheit anzugeben hat, ob sie einen Schaden erlitten haben, oder welche Reparaturen sie benöthigen.

Drittes Capitel.

Besondere Obliegenheiten der einzelnen Individuen.

§. 190. Während der Feldarbeit bestehen die besonderen Obliegenheiten des Instrumentenführers bei seiner Abtheilung in Folgendem: Er besorgt die Führung des ganzen Geschäftes, die vorkommenden Correspondenzen mit der Direction und den Behörden, die Verrechnung der Gelder, die Leitung bei der Wahl der Punkte und Aussteckung der Grundlinie, oder des Netzes, die Winkelmessungen, die Anfertigung der Protocolle, nebst den Reductions- und sonstigen vorläufigen Berechnungen, so wie alle zur Vollständigkeit der Vermessungsresultate gehörigen Bearbeitungen.

Die Gehülfen haben vorzüglich die Detail-Recognoscirung und Aussteckung des Netzes, die Erbauung der Zeichen, die topografischen Beschreibungen, und wo es nöthig ist, die Zeichnungen der Ansichten und Signalbaue, dann die *à la vue* Aufnahmen der Umgebungen der Punkte zu besorgen, ausserdem aber, ihrer Bestimmung gemäss, sich allen Beschäftigungen zu unterziehen, welche ihnen von dem Instrumentenführer zum schnelleren Betriebe der Arbeit, ohne deren Genauigkeit im geringsten zu vernachlässigen, übertragen werden.

§. 191. Jeder Triangulator und Gehülfe hat von dem Tage seines Abganges zur Feldarbeit bis zu jenem seiner Einrückung, nach dem rückwärts beigeschlossenen Formulare A, ein Arbeits-Journal zu führen, und täglich die vorgeschriebenen Rubriken auszufüllen. Dieses Tagebuch soll dazu dienen, die Zweckmässigkeit der von den einzelnen Individuen getroffenen Einleitung, so wie den Fortgang der Arbeit erkennen zu lassen, zugleich aber auch die Art der Verwendung der aufgerechneten Prästationen zu erläutern. Mit Ende eines jeden Monates werden diese Arbeits-Journale abgeschlossen, gefertiget und vom Triangulator gleichzeitig mit den übrigen monatlichen Eingaben an die Direction eingesendet.

Viertes Capitel.

Von den Correspondenzen.

§. 192. Die Correspondenzen, welche dem Triangulator obliegen, sind dreierlei Art, nämlich:

a) mit seiner Direction,

b) mit den Landes - General - Commanden, und

c) mit den Civil - Stellen.

§. 193. Alle sechs Wochen, wenn sonst nichts Besonderes vorfällt, haben die Triangulatoren einen Bericht an die Direction einzusenden, in welchem sie den Fortgang der Arbeit, etwa vorkommende Anstände, ihren Aufenthalt, und den Ort, wohin das nächste Dienstschreiben zu adressiren, kurz anzeigen. Dem Berichte ist ein Skelett nach §. 94 beizulegen, in welchem die Fortschritte der Arbeit ersichtlich gemacht sind.

§. 194. Mit Ende des ersten Trimesters, das ist mit Ende Juli, sind über die dem Geschäfte neu zugetheilten Individuen, hinsichtlich der Erwartungen, welche man von ihnen hegen darf, detaillirte Angaben über ihre Leistungen vorzulegen, so wie mit dem halbjährigen Berichte eine gewissenhafte Beurtheilung über die während der Feldarbeit erprobten Eigenschaften, worin selbe nach ihren im Triangulirungsgeschäfte bewiesenen Eigenschaften, Eifer, Geschicklichkeit, Schnelligkeit und Verhalten in ökonomischer Hinsicht, zu schildern sind.

§. 195. Es ist nothwendig, dass diese Rapporte richtig und zu rechter Zeit bei der Triangulirungs - Direction einlangen, damit sie im Stande sei, ihren Hauptrapport vorschriftsmässig vorzulegen. Der halbjährige Bericht aber darf unter keinem andern Vorwande später als bis zum 10. November bei der Direction eintreffen.

§. 196. Die Correspondenzen mit den Landes-General-Commanden betreffen gewöhnlich die Landes - Prästationen oder sonstige Angelegenheiten und Anstände, welche auf die Errichtung der Zeichen, deren Schutz, Schadenersatzleistungen und dergleichen Bezug haben, wozu die Intervenirung derselben bei den politischen Landesbehörden benöthiget wird.

Von diesen Verhandlungen muss die Triangulirungs - Direction schnell in Kenntniss gesetzt werden, damit, wenn die General - Commanden, wie es öfters der Fall ist, sich im weiteren Dienstwege an den hohen Hofkriegsrath wenden, und derselbe von der Triangulirungs - Direction die nöthige Auskunft oder Erläuterung verlangt, letztere im Stande sei, die nöthigen Aufschlüsse geben zu können.

§. 197. Bei den Correspondenzen mit den Civil - Stellen ist zu bemerken, dass solche der bestehenden Dienstordnung gemäss, nur gegenüber jener

Behörden statt finden können, welche der die Landesregierung führenden Stelle untergeordnet sind, in allen Gelegenheiten aber, wozu die Entscheidung der obersten Landesbehörde selbst nothwendig ist, muss die Intervenirung des Landes - General - Commandos angesucht werden.

In ähnlichen Correspondenzen haben die Triangulatoren die grösste Behutsamkeit anzuwenden, und alles zu vermeiden, was Anlass zu Reibungen geben könnte.

§. 198. Die Dienst - Correspondenz der Triangulirung ist in Folge hoher Verordnung gegen Führung eines Post - Journales, wozu rückwärts das Formular B folgt, von der Entrichtung des Postportos befreit. Diese Befreiung vom Postporto dehnt sich auch auf die Dienst - Correspondenz der zugetheilten Individuen mit ihren Regiments- oder Bataillons - Commanden aus, doch müssen solche Dienstschreiben von dem vorgesetzten Offiziere der Abtheilung vidirt, und als Dienst - Pieçen der Abtheilung expedirt werden. Zur Bezeichnung der offiziellen Eigenschaft solcher Schreiben wird jeder Triangulator auf die Zeit seiner auswärtigen Verwendung von der Direction mit einem Dienstsiegel versehen.

§. 199. Um sich bei allen Militär- und Civil - Behörden gehörig ausweisen, und aller Orten die nöthige Unterstützung ansprechen zu können, erhält jeder Offizier der Triangulirung einen offenen Befehl vom Hofkriegsrathe und einen anderen von der Landesregierung.

§. 200. Man versieht sich schlüsslich von allen bei dem Triangulirungsgeschäfte angestellten Offizieren, dass sie überall die gebildetere Klasse der Landeseinwohner für ein so gemeinnütziges Unternehmen auf geeignete Weise zu gewinnen, und durch ein bescheidenes, würdiges Betragen sich und dem aufhabenden Geschäfte Achtung zu verschaffen, trachten werden.

Es sind daher Excesse sorgfältig zu vermeiden, indem sie immer dem Geschäfte nachtheilig sind, und die dabei verwendeten Individuen in ein ungünstiges Licht setzen, so wie man anderseits erwartet, dass sie in vorkommenden Fällen alles, was das Interesse des Dienstes und ihre Stellung fordert, durch ein besonnenes, festes Benehmen zu behaupten wissen werden. Da die bei diesem Geschäfte verwendeten Offiziere in dem Falle sind, grössere Länderstrecken kennen zu lernen, so ist vorauszusetzen, dass sie diese Gelegenheit zur Erweiterung ihrer militärischen Ausbildung auch benützen, und dass insbesondere die älteren Offiziere den jüngeren durch Beispiel und Rath nicht nur im Triangulirungsgeschäfte, sondern auch in den verschiedenen militärischen Fächern die nöthige Anleitung geben werden.

II. Abschnitt.

Oekonomie und Rechnungsgegenstände.

Erstes Capitel.

Von den bei dem Triangulirungsgeschäfte vorkommenden Auslagen.

§. 201. Diese Auslagen gründen sich theils auf bestimmte systemmässig bewilligte Gebühren, theils sind sie unbestimmt, und regeln sich nach Beschaffenheit des Gegenstandes im Wege eines billigen Ermessens, oder sonst getroffenen Uebereinkommens von Fall zu Fall.

Nachfolgende nähere Bestimmungen werden hierüber den bei der Landesvermessung angestellten Offizieren zur Richtschnur dienen.

§. 202. Als Zulage sind dem Triangulator monatlich 60 fl. C. M., dem Gehülfen 40 fl. auf die Dauer der Feldarbeit und ihrer Beschäftigung mit der winterlichen Ausarbeitung bewilliget.

§. 203. Für die Dauer der Sommerarbeit können zu den Handlangerverrichtungen bei jeder Abtheilung drei bis vier Militär-Handlanger als commandirt aus dem Truppenstande der betreffenden Provinz bei dem Geschäfte verwendet werden. Für diese ist, in so lange nicht andere Bestimmungen erfolgen, eine tägliche Zulage von 7 kr. C. M. *per* Mann nebst der gewöhnlichen Verpflegung festgesetzt.

§. 204. Der Bezug der Zulage beginnt bei den Offizieren vom Tage des Abganges der Triangulirungs-Abtheilung an ihre Bestimmung, und bei den Militär-Handlangern vom Tage des Einrückens zur Dienstleistung bei der Abtheilung. Da die Zulagen der Offiziere blos Arbeits-Zulagen für das Geschäft der Triangulirung sind, so folget hieraus, dass der Genuss derselben, mit jeder mehrere Tage anhaltenden Unterbrechung der Dienstleistung aufhört, selbe mag nun von Erkrankung, Beurlaubung oder einer andern dem Dienste der Triangulirung fremden Veranlassung herrühren.

§. 205. Die Offiziere erhalten zur Reise an ihre Bestimmung, so wie zur Rückreise in die Winterstation, die erforderliche Vorspann, diese wird durch Marsch-Route angewiesen, und mittelst eines Reise-Particulares, in Conto des Triangulirungsfondes verrechnet.

Die Vorspannsgebühr besteht für einen jeden bei der Triangulirung verwendeten Offizier in einem halben Wagen zum eigenen Fortkommen, welcher in den deutschen, so wie in den ungarischen Provinzen mit 1 fl. C. M. *per* Station zu bezahlen ist. An Orten, wo keine Vorspann geleistet wird, und gedungene Fuhren aufgenommen werden müssten, eben so, wenn in beson-

deren Fällen das Fortkommen nur durch eine vermehrte Vorspann möglich wäre, sind über die besonderen veranlassenden Umstände die ortsobrigkeitlichen Zeugnisse beizubringen, und der Berechnung beizulegen.

Zur Fortbringung des Instrumentenwagens werden in den deutschen Provinzen zwei, in Ungarn vier angeschirrte Pferde benöthiget, in den deutschen Provinzen werden diese mit 40 kr. *per* Station und Wagen, in Ungarn aber mit 48 kr. bezahlt. Das zum Schmieren dieses Wagens erforderliche Fett ist gegen Quittung anzuschaffen, und in der Monatsrechnung aufzunehmen.

§. 206. Die Weg- und Schrankenmauth, so wie das Ueberfuhrsgeld bei Uebersetzung der Flüsse, ist aller Orten, wo diese Gebühr abgefordert wird, von dem Offiziere für seinen eigenen sowohl, als für den beihabenden Instrumentenwagen unweigerlich zu entrichten, und gegen Vorlegung der erhaltenen Bolletten aufzurechnen.

§. 207. Während der Feldarbeit gebührt den Offizieren aller Orten, wo sie ihren ohnediess gewöhnlich kurzen Aufenthalt nehmen müssen, für sie und ihre Commandirten das Transenal-Quartier in der Regel unentgeltlich. In einzelnen Fällen jedoch, wo für das Quartier eine Bezahlung geleistet werden muss, wie z. B. bei einem längeren Aufenthalte an einem Orte in den montanistischen Bezirken oder königlichen Freistädten, darf die dafür angesprochene Vergütung nach den dafür festgesetzten, oder sonst billig ermässigten Preisen entrichtet, und unter Beibringung des erforderlichen Certificates von Seite der Ortsobrigkeit, dem Triangulirungsfonde aufgerechnet werden.

§. 208. Das Triangulirungsgeschäft kann nicht immer so betrieben werden, dass nicht zeitweilig einiger Schaden in Feldern, Wein- und Obstgärten, dann Waldungen geschehe.

Der Schaden an Feldfrüchten, dann in Wein- und Obstgärten findet selten und nur dann statt, wenn eine Triangulirungspyramide unvermeidlicher Weise auf einem solchen Orte errichtet werden muss. Häufiger ereignet es sich dagegen, dass man Waldungen durchzuhauen gezwungen ist, und dadurch dem Besitzer Beschädigungen verursacht. Das allerhöchste Aerarium ist übrigens bereit jeden verursachten Schaden an Feldern, Waldungen und sonstigen Cultursgegenständen nach Billigkeit zu ersetzen.

§. 209. Wenn daher die unvermeidliche Nothwendigkeit solcher Beschädigungen eintritt, so darf nicht unterlassen werden, jederzeit den Ortsrichter, und bei Waldungen den Forstbeamten beizuziehen, insbesondere aber den betreffenden Grundbesitzer von dem eintretenden Anlasse schon bei Gelegenheit der Recognoscirung auf gütlichem Wege vorerst zu verständigen, damit er dabei sein Interesse gehörig zu wahren im Stande sei.

Im Falle, als derselbe auf eine Entschädigung Anspruch macht, hat der Triangulator, wenn der Schaden von einigem Belange ist, früher der Orts-

obrigkeit und nach Umständen den politischen Bezirksbehörden die Anzeige zu machen, und eine unpartheiische Schätzungs-Commission zu verlangen, damit die Schätzung gleich nach Endigung der Arbeit, so lange sich der Schaden noch genau erheben lässt, vorgenommen werde. Ueber die Schätzung ist ein Protocoll von dem politischen Beamten zu führen, und hievon eine Abschrift der Direction einzusenden, bevor die Vergütung der Beschädigung geschieht. Bei der Schätzung selbst, ist sich nach der im Lande für solche Fälle eingeführten ämtlichen Methode zu benehmen, und immer das Beste des allerhöchsten Aerars vor Augen zu behalten.

In Fällen, wo bedeutende Schadenersatz-Leistungen angesprochen werden, hat der Trigonometer das Landes-General-Commando bittlich anzugehen, damit dasselbe rücksichtlich der Schätzungs-Commission die weitere Veranlassung treffe.

§. 210. Es steht übrigens zu erwarten, dass in Beschädigungsfällen bei einem angemessenen klugen Benehmen von Seite der Offiziere manche Grundbesitzer sich freiwillig zu einer Verzichtleistung auf den Schadenersatz, oder wenigstens dazu herbeilassen, ihre an und für sich billige Forderung sehr zu mässigen. Um sich aber, selbst bei Verzichtleistungen, für die Folge noch zu schützen, wird es den Offizieren zur Pflicht gemacht, demungeachtet sich von der Ortsobrigkeit ein Zeugniss ausstellen zu lassen, dass der Schaden und namentlich eine zu bezweckende Waldlichtung vorher angezeigt, in Gegenwart des Waldbeamten, der das Zeugniss mitzufertigen hat, ausgeführt worden sei, und aus so und so viel nach der Vorschrift gefällten grössern oder kleinern Bäumen bestanden habe. Diese Vorsichtsmassregel wird aus dem Grunde nothwendig, weil sich der Fall schon wiederholt ereignete, dass Eigenthümer anfänglich auf jeden Schadenersatz freiwillig verzichteten, später aber Klage geführt haben, in der sie den Schaden übertrieben angaben, um ihre darauf gestützten, überspannten Forderungen zu rechtfertigen.

§. 211. Die zum Betriebe des Triangulirungsgeschäftes erforderlichen Landes-Prästationen bestehen in der reglementmässigen Vorspann für die Offiziere, in Reit- und Packpferden, Wägen, Bothen, Handlangern, Handwerkern, und werden vom Lande gegen eine festgesetzte Bezahlung beigestellt.

Der Tarif für die Landes-Prästationen wird alljährlich von den betreffenden politischen Behörden, und zwar: in den deutschen Provinzen und Siebenbürgen von der Landesregierung, in der Militär-Grenze von dem General-Commando bestimmt, und gleichzeitig in den offenen Befehlen beigesetzt; in Ungarn und Croatien aber werden die Tarife von jedem Comitate besonders festgesetzt, und sodann von der königlichen ungarischen Staathalterei dem General-Commando zur weiteren Ausfolgung zugestellt.

§. 212. Diese Prästations-Tarife, welche in den einzelnen Comitaten oft bedeutend unterschieden sind, bilden ein sehr wesentliches Document bei der Vergütung sowohl, als bei der Verrechnung der nöthigen Landes-Prästationen.

Da diese Prästations-Preise in Ungarn nicht anders, als in den Comitats-Congregationen limitirt, diese aber nur zu gewissen Zeiten im Jahre gehalten werden, so geschieht es manchmal, dass, ungeachtet der vorausgegangenen Einleitungen, die Prästations-Tarife bei Beginn der Feldarbeit noch nicht ausgefertiget sind, woraus für die Abtheilungen manche Verlegenheit in dem Betriebe des Geschäftes entsteht. Diess ist besonders in Gegenden der Fall, wo die Vermessungsarbeiten erst ihren Anfang nehmen. Diesem zu begegnen, erübriget nur, dass der Trigonometer durch seine persönliche Verwendung bei dem Comitate, oder dessen einzelnen Jurisdictionen, die Limitirung der Prästations-Preise auf freundschaftlichem Wege zu erhalten suche.

§. 213. Die Auslagen auf Landes-Prästationen sind die bedeutendsten Kosten beim Triangulirungsgeschäfte, daher muss in Verwendung derselben mit aller Gewissenhaftigkeit und der grössten Sparsamkeit, so weit solche mit einem zweckmässigen Geschäftsbetriebe vereinbar ist, zu Werke gegangen werden. Uebrigens darf weder durch willkührliche Beschränkung der tarifmässig bestimmten Preise, noch durch unbillige Bemessung der auf eine Arbeitsleistung verwendeten Zeit, bei strenger Ahndung des Betreffenden, Anlass zu Klagen von Seite der Ortsobrigkeit gegeben werden. Eine geschickte Einleitung und Führung des Geschäftes wird wesentlich beitragen, den Bedarf an Prästationen zu vermindern. Hiezu ist vor allem nothwendig, dass der Triangulator gleich anfangs bei der Recognoscirung sich eine vollständige Uebersicht der Arbeitsstrecke verschaffe, und darauf die Eintheilung seines weiteren Vorganges gründe. Nicht minder wichtig ist es, bei Zeiten gegen die Nothwendigkeit eigens vorzunehmender Reisen, sei es wegen Erhebung der Verlagsgelder, Einholung der Prästations-Tarife, oder wegen anderer Dienstangelegenheiten fürzusehen und im Falle ihrer unerlässlichen Nothwendigkeit selbe wenigstens mit den in die Gegend fallenden Geschäften zu vereinbaren. Insbesondere aber müssen wiederholte Hin- und Herfahrten und mehrmaliges Besuchen der Dreiecks-Stationen zur Ergänzung unvollständig gebliebener Resultate, und der daraus entstehende bedeutende Zeit- und Kostenaufwand vermieden werden.

Auch wird die schon erworbene Erfahrung dem Triangulator in schwierigen Fällen die Mittel an die Hand geben, vorkommenden örtlichen Hindernissen ohne Beeinträchtigung des Zweckes auf die mindest kostspielige Weise auszuweichen.

§. 214. Zu Recognoscirungen sind des Landes kundige Bothen nöthig. Bei den Winkelbeobachtungen hingegen darf der Triangulator, der ohnehin

seine Punkte kennen muss, von dieser Art Prästationen weiters keinen täglichen Gebrauch machen, weil sie, den ersten Observationstag ausgenommen, nur in dem Falle nöthig sein können, wo der Zugang zu einem im höheren Gebirge liegenden Triangulirungspunkte nur wenigen Individuen bekannt ist. Ausserdem können Bothen noch zur Versendung von Dienstschreiben verwendet werden, wo sie nach Umständen tarifmässig entweder *per* Meile oder *per* Tag zu bezahlen sind.

§. 215. Die Verwendung von Handlangern ist sowohl bei Zeichenerrichtungen und Waldauslichtungen als bei Winkelbeobachtungen erforderlich, und deren Anzahl nur auf den nöthigen Bedarf zu beschränken. Ein Missbrauch hierin, wodurch sich die Auslagen über alle Massen vermehren, ist nicht allein an sich unzulässig, sondern würde auch beweisen, dass der Betreffende sein Geschäft nicht versteht, somit davon zu entfernen ist.

Die Instrumentenführer haben diesen Punkt zu beherzigen, und ohne weitere Rücksicht denjenigen anzuzeigen, der aus Gleichgültigkeit oder Unkenntniss dagegen handelt. Ebenso gewärtiget man, dass sie selbst für die Winkelmessungen die Anzahl der hierzu erforderlichen Handlanger auf den strengsten Bedarf beschränken.

Besonders muss diess der Fall bei Besteigung hoher Punkte sein, auf welche die Instrumente, Requisiten, Lebensmittel und sonstige Bedürfnisse mittelst des hiezu bestimmten Wagens nicht transportirt werden können, sondern durch Packthiere, oder bloss Handlanger getragen werden müssen, daher jedenfalls schon bedeutende Auslagen verursachen.

Auf dem Dreieckspunkte angelangt, sind zur Vornahme der Winkelbeobachtungen nur wenige Handlanger nothwendig, mithin die grössere Anzahl der zum Transporte gebrauchten Handlanger, so wie die Pferde hiezu ganz entbehrlich. Uebrigens wird der Triangulator nach der grösseren oder kleineren Entfernung des nächsten Wohnortes, von wo neue Transportmittel bezogen werden können, so wie nach der wahrscheinlichen Dauer des Aufenthaltes auf der trigonometrischen Station, zu ermessen haben, ob es vortheilhafter sei, die während der Dauer der Beobachtung entbehrlichen Handlanger zurückzusenden, oder sie auf derselben für die bevorstehende Rückkehr zu behalten.

§. 216. Um bei der Winkelbeobachtung überhaupt, den mit mehrmaliger Besteigung eines Punktes verbundenen Zeitverlust zu vermeiden, und zugleich den daraus entstehenden Bedarf an Transportmitteln zu verringern, hat der Trigonometer seine Nachtstation so nahe als möglich an dem trigonometrischen Punkte zu wählen; auf hochgelegenen Punkten aber ist es am geeignetsten, daselbst ein Bivouac zu nehmen, wozu jede Abtheilung bei ihrem Abgehen mit einem Zelte ausgerüstet wird. Man versieht sich, dass

der Triangulator im Interesse des ihm anvertrauten wichtigen Geschäftes auch den angemessenen Gebrauch hievon machen werde.

§. 217. Rücksichtlich der Prästationen an Wägen wird Nachfolgendes als Richtschnur festgesetzt:

1. Die Bereisungen von einem Punkte zum anderen geschehen nicht mit tagweiser Vorspann, sondern wie gewöhnlich stationatim, wobei die Fuhr nach der Meile gezahlt wird.
2. Die Aufrechnung der Wartwägen am Fusse des Berges, auf welchem sich der trigonometrische Punkt befindet, ist nicht gestattet. Die Triangulirungs-Individuen haben für diesen Fall im nächsten Orte entweder die Vorspann zum Zurückfahren dergestalt zu bestellen, damit selbe nach Beendigung der Observation zu einer bestimmten Stunde wieder auf der angegebenen Stelle eintreffe, oder es wird zur grösseren Versicherung vor Beendigung der Beobachtung unter den Handlangern der beste und verlässlichste Fussgänger ausgewählt, und zur Abholung der Vorspann vorausgeschickt, wofür die Bezahlung nach einer billigen Abfindung geleistet wird.

§. 218. Die Verwendung von Reit- und Packpferden zum Fortkommen der Offiziere sowohl, als der mitzunehmenden Instrumente und sonstigen Erfordernisse, findet bei der Recognoscirung, Zeichenerbauung, Winkelbeobachtung und bei Reisen in jenen Fällen statt, wo die Beschaffenheit der Wege das schnellere Fortkommen zu Wagen nicht gestattet. Es hat alles, was im vorigen Paragraphe über die Wägen gesagt wurde, auch hier seine Anwendung.

§. 219. Die Gagen der Offiziere, Auslagen auf Verpflegung und Schlafkreutzer der commandirten Mannschaft, gehören nicht zu den Triangulirungs-Auslagen. Die Gelder dafür müssen von jedem Triangulator für die Abtheilung auf seine Person gefasst und verrechnet werden. Manchmal wird der Fall eintreten, dass die eigenen Gebühren der Offiziere bei der grossen Entfernung der Arbeitsstrecken von den Kriegskassen oder von Stationen solcher Truppenkörper, welche hiezu den nöthigen Geldverlag, so wie die Löhnungen der Mannschaft verabfolgen könnten, nicht alle Monate sich erheben lassen.

Da der Mann reglementmässig mit seiner Gebühr nicht auf Nachträge verwiesen werden soll, so ist in einem solchen Falle dem Triangulator gestattet, die erforderlichen Beträge an Gebühren für Offiziere und Mannschaft aus seinem Geldverlag gegen Rückersatz bei Empfang der Ausstände vorzuschiessen, unter Beobachtung jedoch, dass mit der letzten bei der Einrückung von der Feldarbeit zu legenden Rechnung alle derlei Vorschüsse durch den mittlerweile hereingebrachten Ersatz ganz getilgt erscheinen. Die ganze Verpflegung für die commandirte Mannschaft, wird sonach, wenn sich die Abtheilung, in welche die Mannschaft gehört, ausserhalb des Regimentsbezirkes

11 *

befindet, von Seite des die Abtheilung führenden Offiziers verabreicht, und dann in einer eigenen Consignation nach dem rückwärts beigeschlossenen Formulare G monatlich, oder zeitweise mit dem bezüglichen Regimente verrechnet.

§. 220. Die Flickspesen, besonders der Schuhe, sind von dem betreffenden Compagnie-Commandanten zu besorgen, so lange das Geschäft in dessen Nähe betrieben wird; ist die Triangulirung aber aus dem Regimentsbezirke entfernt und geht dem Manne die Beschuhung in Folge der angestrengten Verwendung vor der Zeit zu Grunde, so muss in einem solchen Falle der Billigkeit gemäss, von Seite der Abtheilung für die Wiederherstellung derselben Sorge getragen werden, und es darf die darauf gemachte Auslage in der Triangulirungsrechnung aufgenommen werden.

§. 221. Was die Montur betrifft, welche der commandirten Mannschaft beigegeben wird, so gehört es unter die Obliegenheiten der bei dem Triangulirungsgeschäfte angestellten Offiziere, für deren möglichste Schonung im Interesse des allerhöchsten Aerars Sorge zu tragen. Der Vorschrift gemäss, ist bei der Uebernahme des Mannes darauf zu sehen, dass derselbe bei dem Abgange an die Feldarbeit mit den nöthigen Montursorten ausgerüstet werde, und die zu Folge Revisionsliste beigegebenen Stücke sich auch im guten, brauchbaren Stande befinden.

Die nothwendige Rücksicht für die Conservirung des Mannes erfordert es, dass von Seite der Abtheilung der Wiederersatz der durch die grösseren Anstrengungen in diesem Dienste oder durch einen besonderen Zufall vor der Dauerzeit zu Grunde gegangenen Montursorten, veranlasst werde.

Es ist vermög hofkriegsräthlichem Rescript E. 3629 vom 30. October 1811 bewilliget, dass der bei der Triangulirung als Handlanger commandirten Mannschaft, nach Verlauf der halben Tragzeit auf die systemmässige Dauerzeit, der Zuschuss von Ein Paar Schuhen sammt doppeltem Sohlengelde unentgeltlich passirt werde, wenn sie dieselben benöthigen.

Sollte rücksichtlich der anderen Montursorten der Fall eintreten, dass einige darunter bis zu dem Grade abgenützt wären, wo der Mann seinem Dienste nicht gehörig entsprechen könnte, so ist um deren Passirung im vorgeschriebenen Dienstwege einzuschreiten. Zu diesem Behufe ist der betreffende Mann dem nächsten Brigade-Commando und Kriegs-Commissäre zur Revision des Zustandes seiner Montur und Ausfertigung der Consignation nach dem rückwärts beigeschlossenen Formulare H unter näherer Angabe der Ursachen vorzustellen, und sodann bei dem General-Commando der Provinz, unter Zulegung der Consignation, um die Passirung und Anweisung der als Ersatz benöthigten Stücke anzusuchen.

Das zu Folge hofkriegsräthlichen Rescriptes vom 30. September 1839 E. 3971 für die Militär-Handlanger bewilligte Montur-Abnützungs-Pauschale von $2\frac{1}{2}$ kr. C. M. täglich *per* Kopf ist den betreffenden Compagnien zu entrichten, und diese Beträge auf die von denselben abzufordernden Empfangsbestätigungen zu verausgaben.

Zweites Capitel.

Von der Rechnungslegung.

§. 222. Zur Bestreitung aller bei der Triangulirung vorkommenden Auslagen, erhält jeder Triangulator für seine Abtheilung, vor dem Abgehen an seine neue Bestimmung, von der Direction einen angemessenen Vorschuss auf Verrechnung und für den ferneren Bedarf im Verlaufe der Arbeiten wird die Einleitung getroffen, dass monatlich aus der nächstliegenden Kriegskassa der angewiesene Betrag directe erhoben werden könne.

Die Gehülfen erhalten den nöthigen Vorschuss von ihren Triangulatoren, gegen welche sie diesen zu verrechnen haben.

§. 223. Nach der bestehenden Einrichtung ist der Triangulirungs-Direction die Verrechnung über alle diesem Fonde zugewiesenen Gelder gegen die Buchhaltung, so wie die Ueberwachung der zweckmässigen Verwendung aller Beträge vorbehalten. Dem zu Folge wird von jedem Triangulator mit Ende eines jeden Monates die Particular-Berechnung für seine Abtheilung nach dem beigeschlossenen Formulare C verfasst, und ohne Verzug an die Direction eingesendet, so dass selbe längstens und unfehlbar bis 10. des folgenden Monates daselbst einlaufe, damit hiernach die Hauptberechnung verfasst werden könne. Aus diesem Grunde darf auch die Rechnung pro October nicht erst nach dem Einrücken der Abtheilungen gelegt werden, sondern sie ist mit Ende October abzuschliessen und unmittelbar einzusenden, während Auslagen pro November besonders zu verrechnen sind.

In dieser Particular-Rechnung der Abtheilungen werden weder die vor dem Abgehen den Triangulatoren verabreichten Vorschüsse, noch die von Monat zu Monat aus den Kriegskassen erhobenen Beträge, in Empfang gestellt, da diess in der Hauptberechnung der Direction geschieht. Es werden daher bloss die Gegenscheine der Kassen eingeschickt, und in den Berechnungen hat nur die Verwendung der Geldbeträge zu erscheinen.

Die Berechnungen der Gehülfen sind als Beilagen zu jenen der Triangulatoren zu betrachten, und werden von letzteren so wie die Zulags-Quittungen und Arbeits-Journale vidirt. Es versteht sich von selbst, dass bei deren Verfassung die Ordnung, Deutlichkeit und Reinheit ganz besonders beobachtet werden muss, damit der Buchhaltung kein Anlass zu Ausstellungen

gegeben, und dergestalt alle daraus entstehenden Unannehmlichkeiten entfernt gehalten werden.

§. 224. Im Anhange werden die Formularien, nach welchen die monatliche Particular-Rechnung nebst den Beilagen von den Triangulatoren sowohl, als Gehülfen zu verfassen ist, zur Richtschnur hinausgegeben, und zwar: sub C das oberwähnte Formular zur monatlichen Rechnung, sub D (1 bis 6) die gewöhnlich dazu gehörigen Beilagen, nämlich:

D - 1. Das Reise - Journal.

D - 2. Der Rechnungsausweis über die vom Lande erhaltenen Prästationen.

D - 3. Die Consignation über die Zeichenerrichtungs-Auslagen.

D - 4. Die Zulags - Quittung.

D - 5. Die Consignation über die bezahlten Zulagen der Militär-Handlanger.

D - 6. Die Consignation über die bezahlte Weg- und Schrankenmauth.

§. 225. Hierzu werden noch folgende Bemerkungen zur Darnachhaltung beigefügt:

ad C. In der Particular - Rechnung des Triangulators sowohl als des Gehülfen müssen die vorkommenden verschiedenen Auslagen nach den bezeichneten Rubriken genau gesondert, und nach derselben Ordnung aufgeführt werden, wie im vorigen Paragraphe die Beilagen bezeichnet sind, damit hieraus der, hohen Orts alle Semester vorzulegende, summarische Geldextract ohne Anstand von der Triangulirungs - Direction verfasst werden könne.

Die Kosten für die Erbauung der Zeichen sind für ein jedes besonders aufzuführen.

Alle Auslagen auf besondere Anschaffungen oder Reparaturen und sonstige, unter keine der anderen Rubriken gehörigen Ausgaben müssen unter jenen der Extra - Auslagen erscheinen.

§. 226. ad D - 1. Das Vorspanns-Journal dient zur Verrechnung der Reise, welche von dem Orte des Abganges an die Feldarbeit bis in die erste Arbeits - Station, und eben so wieder bei der Einrückung, von der letzten Arbeits - Station bis an den Ort der winterlichen Ausarbeitung, oder an eine andere Bestimmung mittelst Marschroute zurückgelegt wird.

§. 227. ad D - 2. In den Rechnungsausweis über die Landesprästationen sind nur jene aufzunehmen, welche in Folge der beihabenden offenen Ordre zum Betriebe der Feldarbeit beigestellt werden, und entweder die Recognoscirung, Aussteckung des Netzes oder die Winkelbeobachtungen zum Gegenstande haben, keineswegs aber solche, welche die Erbauung oder Ausbesserung eines Signales und dergleichen betreffen.

Wenn die Triangulirungsarbeiten eine solche Ausdehnung haben, dass im Laufe eines Monates mehrere Provinzen, Kreise, Comitate oder sonst politisch getrennte Bezirke berührt werden, in welchen die Prästations-Preise

verschieden limitirt sind, so muss auch im monatlichen Ausweise genau auf die der Prästationsbezahlung zum Grunde liegenden Tarife hingewiesen und wo möglich eine beglaubigte Abschrift derselben, oder wenigstens eine Uebersicht, wie formular *a* ad D-2. dem Rechnungs-Ausweise beigelegt werden, in welch letzterem Falle, nach dem Einrücken von der Feldarbeit aber, die Original-Prästationstarife selbst der Buchhaltung einzusenden sind.

§. 228. ad D-3. Ueber jedes neu erbaute oder wieder hergestellte Zeichen muss eine besondere von der Ortsobrigkeit gefertigte Consignation verfasst, und darin alles was an Professionisten, Handlanger, Materialien und übrigen Auslagen für den betreffenden Signalbau verausgabt wurde, ausgewiesen erscheinen, damit hieraus die einzelnen Auslagen sowohl, als der Gesammtbetrag für die Errichtung des Zeichens auf einen Blick ersichtlich werden.

Es ist hierbei zu vermeiden, dass Auslagen für einen Zeichenbau noch nachträglich in Rechnung kommen, wie dies zum Beispiel der Fall sein könnte, wenn der Markirungsstein zur Bezeichnung des Mittelpunktes einer Pyramide erst später nach ausgefertigter Consignation vom Steinmetz geliefert würde. In diesem Falle, der bei gehöriger Einleitung ohnehin nur selten vorkommen wird, ist es am angemessensten, die ausgestellte Consignation erst dann in Rechnung zu bringen, wenn der für das Signal entfallende Gesammtbetrag vollständig ausgewiesen werden kann.

§. 229. ad D-5. Ueber die bei der Abtheilung befindlichen Militär-Handlanger wird monatlich nur eine Consignation verfertiget und diese von dem Triangulator in die Rechnung genommen, folglich auch die bei dem Gehülfen commandirten Handlanger darin verrechnet.

§. 230. ad D-6. Der für Weg- und Schrankenmauth ausgelegte Betrag wird monatlich unter den Extra-Auslagen in Verrechnung gebracht, wozu die nach dem Formulare auszufertigende Consignation nebst Bolletten als Beilage dient.

§. 231. Nebst diesen nach einer festgesetzten Form auszufertigenden Beilagen kommen bisweilen noch andere vor, die sich meistens auf Extra-Auslagen beziehen, und die Anschaffung verschiedener currenten Bedürfnisse, Reparaturen, und dergleichen zum Gegenstande haben. Neue Anschaffungen sind jederzeit der Triangulirungs-Direction anzuzeigen, und zur Vermeidung von Bemänglungen muss auf solchen Documenten von dem Aussteller die Leistung, für welche die Bezahlung erfolgt, deutlich angegeben, und von dem Rechnungsleger bei dem *Id est* speziell, so wie in der Particular-Rechnung wo selbe als Beilage erscheinen, im allgemeinen die Nothwendigkeit und der Zweck der Anschaffung angeführt werden. Auch müssen derlei Documente, sie mögen nun Noten, Conten, oder Quittungen heissen, der

Vorschrift gemäss, von der Ortsobrigkeit, wo die Auslage geschieht, coramisirt sein, und überdiess bei solchen, die nicht in der Form einer Quittung ausgestellt sind, ausdrücklich die Worte: *Richtig gezahlt* oder *Saldirt* beigesetzt erscheinen. Die Bestätigung des Schreibens unkündiger Individuen geschieht durch drei Kreutze, nebstbei aber noch durch die Unterschrift eines glaubwürdigen Zeugen, wo ein solcher aufzufinden ist.

In den Ländern, wo das Stämpelpapier eingeführt ist, müssen diese Beilagen mit dem klassenmässigen Stämpel versehen sein. Sub D-7. liegt ein gehörig ausgefertigter Conto über eine neue Anschaffung als Beispiel vor.

§. 232. Wenn Requisiten und sonstige zum Geschäftsbetriebe gehörige Gegenstände, die entweder beim Abgehen abgefasst, oder während der Arbeit neu angeschafft wurden, durch den Gebrauch zu Grunde gehen, so dass sie wieder neu angeschafft werden müssen, so ist über die zu Grunde gegangenen Sorten ein feldkriegscommissariatisches Certificat beizubringen, damit die Triangulirungs-Direction in den Stand gesetzt sei, das zu Grunde Gegangene in dem einzureichenden Inventar in Abgang zu bringen.

§. 233. Sollte der Fall eintreten, dass derlei Gegenstände ohne Schuld des Offiziers durch ein besonderes Ereigniss in Verlust gerathen, oder eine bedeutende Beschädigung erleiden, welche eine kostspielige Wiederherstellung zur Folge hat, so muss hierüber ein von der betreffenden Ortsobrigkeit ausgestelltes Certificat beigeschlossen werden, worin der Hergang der Sache genau angegeben ist, um mittelst desselben höheren Orts das Ansuchen um die Passirungs-Bewilligung zu begründen.

§. 234. Zur Evidenthaltung des bei den Abtheilungen vorhandenen Geldverlages, ist alle Monate mit der Einsendung der Particular-Berechnung auch ein summarischer Ausweis beizulegen, worin die Empfänge, so wie die Verausgabungen und der auf weitere Verrechnung noch verbleibende Geldstand, Rest oder Forderung, ersichtlich gemacht werden. Siehe Formular E.

§. 235. Endlich geschieht die Final-Abrechnung über die Empfänge und Verwendungen nach dem Einrücken von der Feldarbeit, unmittelbar mit der Triangulirungs-Direction nach dem weiters beigeschlossenen Formular F, wo sonach der Rest abgeführt oder die Forderung hinausbezahlt wird.

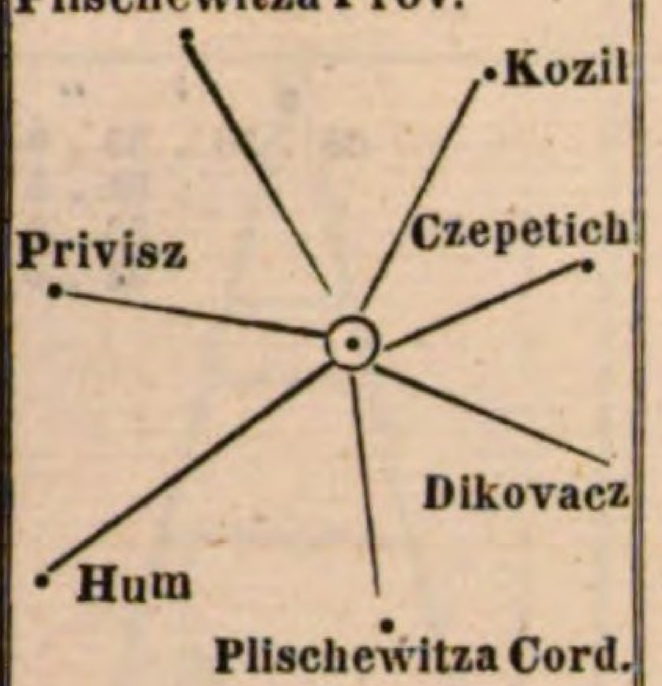
Observations-Prot. Nr. Epoche und Beobachter.	**Name** der **trigonometrisch bestimmten Punkte.**	diese befinden sich in der Provinz.	im Kreise, oder in der Delegation.	in der Herrschaft.	in der Gemeinde.	**Topografische Beschreibung der trigonometrischen Station, Gestalt und Ausmass des darauf befindlichen natürlichen oder errichteten Zeichens.**
Oberlieut. N. N. im Jahre 18 . .	**Prdipolje** Berg. Hauptpunkt.	**Slavonien Provinziale.**	**Syrmier Comitat.**	Fürst **Odescalchi.**	**Vizics.**	Ziemlich ausgezeichnete Berg-Kuppe ¼ St. westlich vom Dorfe **Vizits** auf einem Zweige des in östlicher Richtung durch **Slavonien** laufenden Rückens **Werdnik**-Gebirg genannt. Der Triangulirungspunkt gewährt nach Osten, Norden und Westen eine freie, auf der Südseite aber, eines 20 bis 30 Schritte vom Signale entlegenen hochstämmigen Waldes wegen, eine beschränkte Aussicht. Man gelangt dahin, wenn man den von **Vizics** nach **Illok** führenden Weg bis auf den höchsten Punkt desselben, wo eine Fleischerhütte steht, verfolget, von wo man dann in westlicher Richtung längs dem Rande des dortigen Gestrippes auf einem in den Wald führenden Wege fortgehend, in einer Entfernung von 900 Schritten von der Hütte, das auf dem Gipfel stehende Signal erreicht. Das Zeichen ist eine vorschriftmässige gewöhnliche hölzerne Pyramide mit einem erhöhten Stande. Höhe der Pyramide = 6°, 17 Seite der Basis = 4, 00 Höhe des Instrumentstandes über dem natürlichen Boden = 4°, 0 Das Signal ist erbaut durch N. N. im Jahre 1817. Zur leichtern Auffindung des Mittelpunktes wurden einige nahe stehende Bäume angezeichnet, und Distanzmessungen dahin vorgenommen (vide **Croquis**).

Observations Prot. Nr. Epoche und Beobachter.	**Name** der **trigonometrisch bestimmten Punkte.**	diese befinden sich in der Provinz	im Kreise, oder in der Delegation.	in der Herrschaft	in der Gemeinde	**Topographische Beschreibung der trigonometrischen Station, Gestalt und Ausmass des darauf befindlichen natürlichen oder errichteten Zeichens.**
	Ókér Kirchthurm, Hauptpunkt.	**Ungarn.**	**Bácser-Comitat.**	Cameral - Herrschaft **Kula.**	**Ókér.**	Der illyrische Kirchthurm von Ókér, Haupt-Standpunkt der Triangulirung vom Jahre 1817 und 1819 mit einem schlanken hohen blechernen Dach versehen, und durch seine Höhe von dem katholischen, welcher einige hundert Schritte gegen Osten steht und ein stumpfes Dach hat, ausgezeichnet; gewährt ringsum über die Ebene eine weite unbeschränkte Aussicht. Das Instrument kann nur auf der Sohle der Fenster des Glockengehäuses aufgestellt werden; der innere Raum allda ist durch das Glockengerüst beengt, die Lage des Beobachters unbequem. Höhe der Spitze über dem Boden................ = 18°,263 Höhe der Fenstersohle.. = 8,66
	Torsa. Thurm, Nebenpunkt.	**Ungarn.**	**Bácser-Comitat.**	—	**Torsa.**	Der Thurm der reformirten Kirche des Ortes Torsa als Nebenpunkt bestimmt, steht östlich der evangelischen, und ist von Ferne durch einen starken Aufsatz über die Dachspitze kennbar.

Musterbogen B.

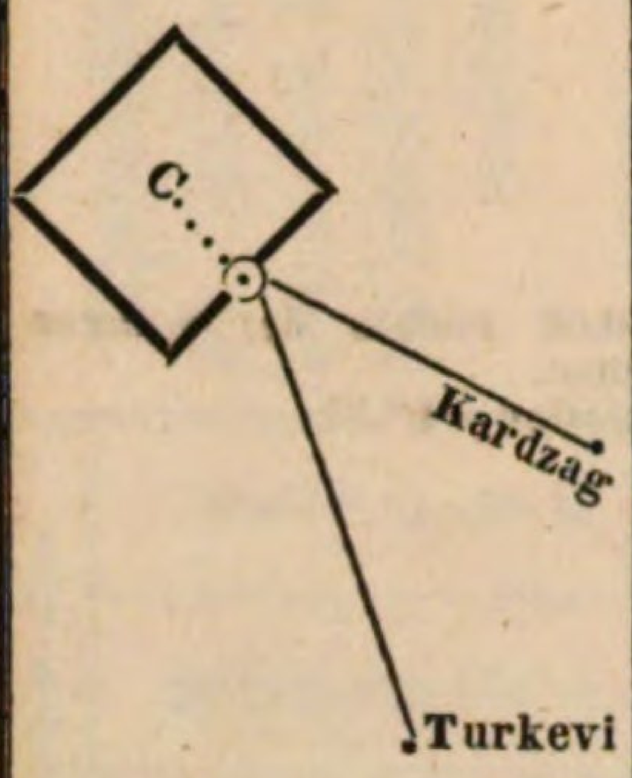
FELD-MANUALE — ***Einfach gemessene Horizontal-Winkel.*** *Zwölfzölliger Theodolit Nr. 12.*

Standpunkt Petravagora. (Siehe topogr. Beschreibung) Hölzerne Pyramide mit erhöhtem Stande.

Stand des Instruments und Elemente zur Reduction der Winkel.	Zeit: Monat und Tag.	Zeit: Stunde.	Zustand d. Atmosph.	Collimations-Punkt und dessen Beleuchtung.		Höhenkreis	Nr. d. beob. Reihe.	Ablesung der Verniers	Ablesung Mittel.	Anmerkungen.
Plischewitza Prov.  Beobachter Oberl. N. N. **Lage des Instruments.** Fest und sicher im Centro auf einem abgesägten Eichenstamme. **Lage des Beobachters.** Knieend auf einem hergerichteten Stande. **Ablesung.** gut und verlässlich. y = r = **Zeichenhöhe** = 5°,16 h = 3°,00	12. October 18 . .	Nachmittags von 3 Uhr 30 M. bis 4 Uhr 30 M.	Ziemlich rein, zeitweise aber dunstig.	*Kozil* die Helmstange der Pyramide	sehr scharf	rechts		0 ′ ″ 357 . 40 . 22 22 24 24	′ ″ 40 . 23 , 0	
				Czepetich die Spitze der Pyramide	gut			47 . 54 . 18 16 20 22	54 . 19 , 0	
				Dikovatz die Mitte der beleuchteten Seite.	z. gut			87 . 49 . 48 48 50 52	49 . 49 , 5	r′ = 0,08 rechts der wahren Achse. Reduction = 0″,92
				Cord. *Plischev.* die Spitze	z. rein			157 . 0 . 28 28 30 30	0 . 29 , 0	
				Hum die Spitze	mittelmäss.		I	211 . 38 . 8 10 12 10	38 . 10 , 0	
				Privisz die Mitte der beleuchteten Seite.	schlecht			254 . 44 . 44 42 46 48	44 . 45 , 0	r′ = 0,10 rechts der wahren Achse. Reduction = 0″,99
				Plischev. Prov. die Spitze	sehr gut			319 . 34 . 14 16 16 16	34 . 15 , 5	
				Kozil die Spitze	gut			357 . 40 . 28 30 28 30	40 . 29 , 0	
				Plischev. Prov. Spitze	z. scharf			319 . 34 . 12 14 16 14	34 . 14 , 0	
				Privisz die Spitze	z. gut		II	254 . 44 . 40 42 40 44	44 . 41 , 5	
				Hum die Spitze	deutlich			211 . 38 . 8 10 6 8	38 . 8 , 0	
				u. s. w.				. . .	. . .	

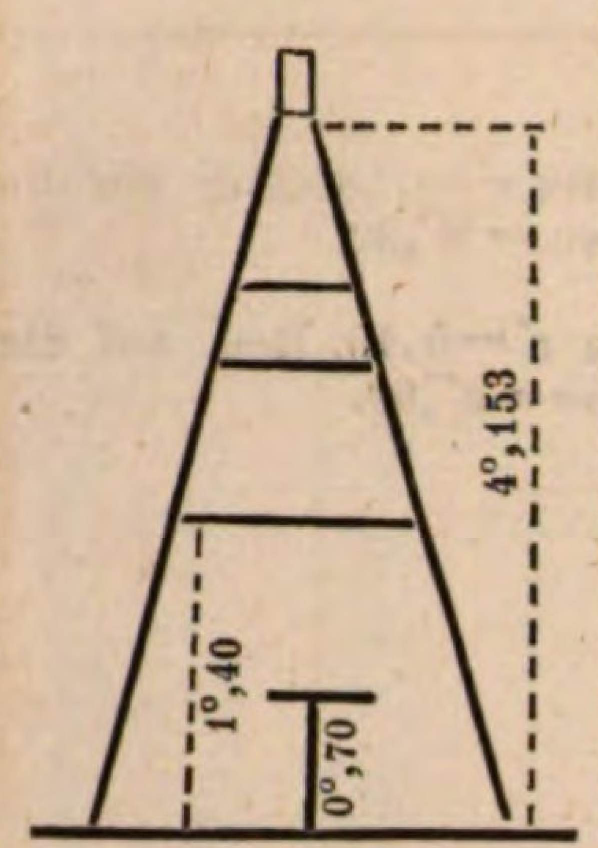
FELD-MANUALE ***Repetirend gemessene Horizontal-Winkel.*** *Zwölfzölliger Theodolit Nr. 12.*

Standpunkt Kunhegyes. (Kirchthurm) Siehe topogr. Beschreibung. Winkel zwischen **Kardzag** und **Turkevi.**



Stand des Instruments und Elemente zur Reduction der Winkel.	Zeit: Monat und Tag	Zeit: Stunde.	Zustand d. Atmosph.	Collimations-Punkt und dessen Beleuchtung.		Höhenkreis	Nr. d. beob. Reihe	Ablesung: der Verniers	Ablesung: Mittel.	Anmerkungen.
Beobachter N. N.	Den 30. August 18 . .	3 Uhr 20 M. bis 3 Uhr 50 M.	Schön.	Einstellung		rechts		0 ′ ″ . . 28 58 . 53 . 34 . . 34 40	′ ″ . , 53 . 34 , 0 . ,	0 ′ ″ 58 . 53 . 33 , 0 32 , 5 33 , 0 31 , 0
Lage des Instruments auf dem Stativ mit kurzen Füssen auf der über 4′ breiten Sohle des Glockenfensters.				die Spitzen	L sehr rein R „ „	„		. . 6 117 . 47 . 6 . . 6 10	. , 47 . 7 , 0 . ,	
Lage des Beobachters sitzend, bequem.				„ „	L „ „ R „ „	„	I	. . 40 176 . 40 . 34 . . 40 44	. , 40 . 39 , 5 . ,	
Ablesung sehr deutlich.				„ „	L „ „ R „ „	„		. . 8 235 . 34 . 10 . . 14 18	. , 34 . 12 , 5 . ,	
$y =$				„ „	L „ „ R „ „	„		. . 42 294 . 27 . 36 . . 46 50	. , 27 . 43 , 5 . ,	
$r = 1^{0},365$				Gegen die Eintheilung	R „ „ L „ „			. . . 235 . 34	. , . , . ,	
Zeichenhöhe =				u. s. w.	R „ „ L „ „			. . . 176 . 40	. , . , . ,	
$h =$					R „ „ L „ „		II	. . . 117 . 47	. , . , . ,	
					R „ „ L „ „			. . . 58 . 53	. , . , . ,	
									. , . , . ,	
									. , . , . ,	
									. , . , . ,	

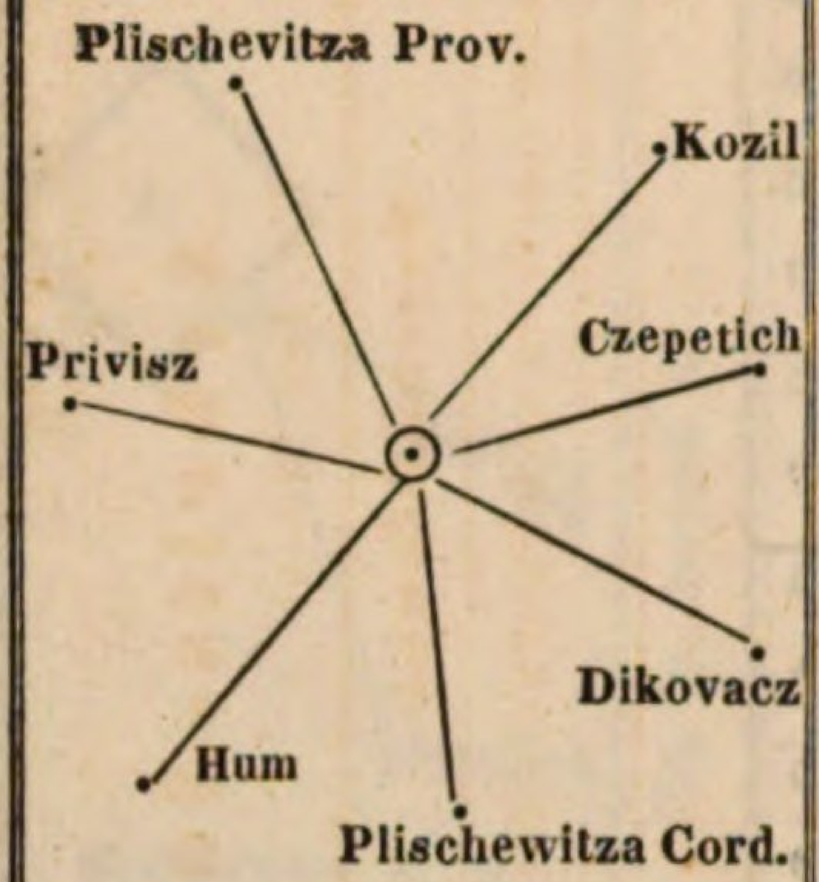
Standpunkt Baj-Temetes. Pyramide. (Siehe Topogr. Beschreibung.)

Stand des Instruments und Elemente zur Reduction der Winkel.	Zeit: Monat und Tag.	Zeit: Stunde.	Zustand d. Atmosph.	Collimations-Punkt und dessen Beleuchtung.	Höhenkreis	Nr. d. beob. Reihe.	Ablesung: der Verniers	Ablesung: Mittel.	Anmerkung.
				*Számbok* untere Rand des Thurmdaches.	R L	I	0 ′ ″ 179 . 20 . 10 . . 30 0 . 25 . 30 15 . 30	′ ″ 20 . 20 , 0 . , 20 . 30 , 0	
				H = 12°,38	R L	II	179 . 20 . 5 . . 26 0 . 25 . 35 15 . 35	20 . 15 , 5 . , 20 . 35 , 0	
					R L	III	179 . 20 . 15 . . 30 0 . 25 . 35 15 . 35	20 . 22 , 5 . , 20 . 35 , 0	
Lage des Instruments fest und sicher auf dem grossen Stative mit Vorschlagpflöcken.				*Vinizni Vrch* untere Verschallungsrand	R L	I	179 . 35 . 20 . . 35 0 . 10 . 15 0 . 30	35 . 27 , 5 . , 5 . 22 , 5	
Lage des Beobachters stehend.					R L	II	179 . 35 . 25 . . 40 0 . 10 . 25 0 . 35	35 . 32 , 5 . , 5 . 30 , 0	
Ablesung sehr deutlich.				H = 1°,42	R L	III	179 . 35 . 30 . . 42 0 . 10 . 20 0 . 30	35 . 36 , 0 . , 5 . 25 , 0	
y = r =				u. s. w.			. .	. ,	
Zeichenhöhe = 4°,153 h = 0,70							. .	. ,	
Verschallungsrand=1°,40							. .	. ,	

Musterbogen C.

OBSERVATIONS-PROTOCOLL — ***Horizontal-Winkel.*** — *Zwölfzölliger Theodolit Nr. 12*

Standpunkt Petravagora — Pyramide mit erhöhtem Stande.



Stand des Instruments und Elemente zur Reductiou der Winkel.	Zeit: Monat und Tag.	Zeit: Stunde.	Collimations-Punkte der beobachteten Objecte.	Nr. der beob-acht. Reihe.	Mittel der beobachteten Winkel oder Zenith-Distanzen.	Umstände der Messung und Anmerkungen.
	11. und 12. October 18 . .				° ′ ″	
			Kozil Pyramide — *Czepetich* Pyramid.	8	50 . 13 . 54 , 25	
			Czepetich „ — *Dikovats* „	6	39 . 55 . 32 , 50	Dikovatz r′ = 0°,8. Red. auf die Achse = 0″,92.
			Dikovats „ — Cord. *Plischev.* „	10	69 . 10 . 37 , 00	
			Cord. *Plischev.* „ — *Hum* „	8	54 . 37 . 40 , 45	
			Hum Pyramide — *Privisz* „	6	43 . 6 . 32 , 24	Privisz r′ = 0,10. Red. auf die Achse = 0″,99.
			Plischev. Prov. „ — *Kozil* „	6	38 . 6 . 15 , 00	
			u. s. w.		. . ,	
			folgen die Polygone oder einzelnen Winkel		. . ,	
			Die ausgemittelten Zenith-Distanzen werden separirt eingetragen.		. . ,	
					. . ,	
					. . ,	
y = *p* =					. . ,	
r = *q* =					. . ,	
Zeichenhöhe . . . = 5°,16					. . ,	
h = 3°,00					. . ,	
					. . ,	
					. . ,	
					. . ,	
					. . ,	
					. . ,	

Formulare A.

K. K. Militär-Triangulirung Abtheilung in

Arbeits-Journal.

für den Monat 18

Datum.	Beschäftigung.		Witterung.
1.	Auf der Reise von Wien nach Peterwardein nebst Instrumentenwagen.	von Wien bis Zurndorf.	Regen und Gewitter.
2. Sonntag.	„ „	Zurndorf bis Kis-Bér.	Anhaltender Regen.
3.	„ „	Kis-Bér bis Főldwár.	Zeitweiser Regen und Gewitter.
4.	„ „	Főldwár bis Baja.	Aufheiternd, schlechte Beschaffenheit der Wege nach dem anhaltenden Regen.
5.	Die umliegende Gegend bezüglich der Netzaussteckung besichtigt.	Baje bis Okér.	Vormittags trübe; Nachmittags etwas aufgeheitert, dunstig.
6.	Vormittags die Recognoscirung bei Okér beendiget, und die Reise fortgesetzt, Mittags in Peterwardein eingetroffen und Dienstgeschäfte besorgt.		Ziemlich heiter.
7.	Vormittags Dienstgeschäfte bei dem slavonischen Grl. Comd. beendiget. Nachmittags Reise mit dem in Peterwardein eingetroffenen Gehilfen H. Lieut. N. zur allgemeinen Recognoscirung der heurigen Arbeitsstrecke, mit Zurücklassung des Instrumenten-Wagens in Peterwardein, von Peterwardein nach Beschka.		Schön.
8.	Recognoscirung auf dem Beschka-Rücken und Fortsetzung der Reise von Beschka über India nach Szurduk.		Vormit. Atmosph. unrein, wegen aufsteigenden Dünsten, beschränkte Aussicht. Nachmittag günstiger.
9. Sonntag.	Vormittag Recognoscirung bei Szurduk; Nachmittags Reise von Szurduk über Banovcze nach Semlin.		Vormit. neblicht in der Gegend der Donau, Nachmittag sehr dunstig
u. s. w.	u. s. w.		u. s. w.
17.	Errichtung des Signals mit erhöhtem Stande auf Kula Hutweite nördlich des Ortes.		Trüb, regnerisch, Süd-Wind.
18.	Die Signal-Errichtung vollendet. Die Winkelbeobachtung angefangen.		Ost-Wind, ziemlich heiter.
19.	Fortsetzung der Winkelbeobachtung auf Kula, Hutweide.		Südost-Wind, ziemlich stark zwar hell, doch ungünstige Aussicht wegen Sandstaubwolken.
20.	Die Winkelbeobachtung auf Kula Hutweide beendiget, und Abends nach Kernyaja abgereist, zur Winkelmessung auf Puszta Kula.		Vormittag schwacher Südostwind mittelmässige Aussicht; Nachmittag starke Strahlenbrechung.
21.	Die Winkelbeobachtung auf Puszta Kula vorgenommen und beendiget.		Vormittag starker Süd-Wind, gestattet keine Beobachtung auf dem erhöhten Stande, Nachmittag gemässigt.
u. s. w.	u. s. w.		u. s. w.
30. Sonntag.	Zu Hause beschäftiget mit Zusammenstellung der Beobachtungs-Resultate, Verfassung von Eingaben und sonstigen Dienstgeschäften.		Schwül, dunstig, Abends Gewitter.
31.	Nachmittags die Beobachtung auf dem Polygonpunkt Okér vollendet und nach St. Thomas zur Winkelmessung auf Dewescer Puszta abgereist.		Nach dem Gewitter ausgeheitert, ziemlich rein und günstige Aussicht.

Recapitulation des Arbeits-Journals.

Auf der Reise .		5	Tage.
Zur Recognoscirung		$10\frac{1}{2}$	„
Auf Uebersiedlungs-Reisen wegen der Winkelbeobachtungen		3	„
„ Signals-Errichtung und Vorrichtung der Instrumentstände		$2\frac{1}{2}$	„
„ Winkelmessung		$7\frac{1}{2}$	„
„ Dienstesverrichtungen und Beschäftigung zu Hause . . .		$2\frac{1}{2}$	„
	Zusammen	31	Tage.

N. am 18 . .

N. N.
Trigonometer oder Triang.-Gehilfe.

Formular B.

k. k. Militär-Triangulirung Abtheilung

Post-Journal

über die von obiger Abtheilung aufgegebenen und abgenommenen Dienst-Briefe.

Name der Post-Station.	Datum und Nr. der Piece.	Aufgabe.		Abgabe.		Gewicht.		Unterschrift des Post-Beamten.
		an Wen?	Wohin?	von Wem?	Woher?	Pf.	Lth.	
Peter-wardein.	Nr. 4 6. Mai 18..	Triang. Direction.	Wien.				$1\frac{1}{4}$	
Pancsova.	Nr. 6 10. Mai 18..	Bannat. General-Commd.	Temeswar.				$1\frac{1}{4}$	
detto	Nr. 423. 11. Mai 18..			Slavo-nisch. Grl-Comd.	Peter-wardein.		2	
Jemerin.	Nr. 9. 13. Mai 18..	Deutsch-Bannat. Rgts. Cmd.	Pancsova.				1	
Uj Verbasz.	Nr. 177 19. Mai 18..			Triang. Direction.	Wien.		$2\frac{1}{4}$	
			u.	s.	w.			

Formular C.

k. k. Militär-Triangulirung

in

Abtheilung

Berechnung

Ueber die aus dem Geldverlage der k. k. Militär-Triangulirung bestrittenen Auslagen im Monate 18..

Posten-Nr.	Nr. der Beilage.	Inhalt.	Verrechneter Geldbetrag in C. M.		Untertheilung der Geldverwendung in die einzelnen Ausgabs-Rubriken in Conv. Münze. Zulagen: Triangulirungs-		Zulagen: Militär-Handlanger		Landes-Prästationen: Bothen.		Landes-Prästationen: Civil-Handlanger.		Landes-Prästationen: Vorspanns-Wagen pr. Tag.		Landes-Prästationen: Reit- und Pack-Pferde.		Landes-Prästationen: Reglementmässige Vorspann.		Zeichen-Errichtungs-Kosten: Professionisten.		Zeichen-Errichtungs-Kosten: Handlanger.		Zeichen-Errichtungs-Kosten: Vorspann.		Zeichen-Errichtungs-Kosten: Materialien.		Zeichen-Errichtungs-Kosten: Wald-Auslichtung.		Zeichen-Errichtungs-Kosten: Zusammen.		Extra Auslagen: Instrum. und Requisiten-Anschaffung und Reparat.		Extra Auslagen: Sonstige		Summa.		Anmerkung.
			fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	
	1	Laut Reise-Journal und Marschroute D. 1. die Reise des Gefertigten sammt Instrumentenwagen von Wien bis N.	70	15	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	70	15	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	70	15	
	2	„ Rechnungs-Ausweis D. 2. für den Monat Mai l. J. an baar bezahlten Landes-Prästationen	44	15	.	.	.	.	2	10	8	43	6	46	1	12	25	24	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	44	15	
	3	„ Consignation D. 3. die Auslagen für die Errichtung einer Pyramide mit erhöhtem Stande auf Kula Hutweide	39	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	36	6	24	4	15	24	5	.	.	39	8	.	.	.	.	39	8	
	4	„ Consignation die Auslagen für Herrichtung des Instrumentenstandes auf dem Kirchthurm von Parabuti	2	18	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	18	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	18	
	5	„ „ für Herstellung einer Vorrichtung der Instrumentenstände auf dem Kirchthurm von Okér	3	16	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	16	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	16	
	6	„ Quittung die Zulage des Gefertigten für den Monat Mai l. J.	60	.	60	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	60	.	
	7	„ Consignation an Zulage der commandirten Militär-Handlanger für den Monat Mai l. J.	8	59	.	.	8	59	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8	59	
	8	„ Buchbinder-Conto für das Einbinden von 2 Stück Feld-Manuale	1	20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	20	1	20	
	9	„ Quittung für gekaufte Stricke zum Verpacken der Instrumente und Requisiten	1	6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	6	1	6	
	10	„ Quittung (1. u. 2. ad 10.) für angeschaffte Wagenschmierfette zum Schmieren des Instrumentenwagens	.	42	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	42	.	42	
	11	„ Nota für ein angeschafftes Futeral von Wachstaffet über das Instrument	2	18	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	1	.	.	2	18	
	12	„ Wagner-Conto für verfertigte Zeltstangen und Zeltpflöcke	1	20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	20	.	.	1	20	
	13	„ Conto für 3 Stück Pflöcke von Eichenholz mit stählernen Spitzen zur Sicherung des Instrumentenstandes	1	24	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	24	.	.	1	24	
	14	„ Consignation für bezahlte Weg- und Schrankenmauth auf der Reise von Wien bis N.	.	40	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	40	.	40	
		Summa	237	1	60	.	8	59	2	10	8	43	6	46	1	12	95	39	9	10	6	24	4	15	24	53	.	.	.	.	5	2	3	48	237	1	
	15	hiezu die Berechnung des Gehülfen Hrn. Lieut. N. pro Mai l. J. mit n. Stück Beilagen	172	78	40	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	12	68	15	4	48	10	.	8	36	29	.	10	57	.	.	.	.	.	.	172	48	
		Summa	409	49	100	.	8	59	2	10	8	43	6	46	2	24	163	54	13	58	16	24	12	51	53	53	10	57	.	.	5	2	3	48	409	49	

Sage! Vier Hundert Neun Gulden 49 kr. in Conv. Münze, welche vorstehenderweise richtig verwendet worden sind.

Signatum N. den 3. Juni 18..

N. N. Oberlieutenant,
Trigonometer.

Bayerische Staatsbibliothek München

k. k. Militär-Triangulirung

Formular-Beilage D-2.

Abtheilung in

Rechnungs-Ausweis.

Ueber die im Monate Mai 18.. vom Lande erhaltenen Bothen, Handlanger, Vorspann, Pack-Reitpferde und Schiffe, und den dafür bezahlten Geldbetrag.

Kreis, Komitat oder Gränz-Regiment.	Nr. der Beilagen.	den	Inhalt.	Anzahl der											Reglementmässige Vorspann.			Geleistete Bezahlung in C. M. für														Summa.		Quittung.			
				Bothen.	Meilen.	Tage.	Handlanger.	Tage.	Halbe Vorspanns-Wagen.	Tage.	Reit- u. Packpferde sammt Knecht.	Tage.	Schiffleute.	Tage.	Pferde.	Meilen.	Stationen.	Bothen.		Handlanger.		einen halben Vorspanns-Wagen.		Pferd sammt Knecht.		Schiffleute.		Tarifmässige Vorspann. für Officiere.		Tarifmässige Vorspann. für den Instrumenten-Wagen.				Id est.	Ort.	Datum.	Name und Karacter des Quittirenden.
																		fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.				
Peterwardeiner-Gränz-Regiment.		7.	Reise zur allgemeinen Recognoszirung der Gegend von Peterwardein nach Beschka												4	3												1	30			1	30	Ein Gulden, 30 kr. C. M.	Peterwardein.	7. Mai 18..	N. N. Vorspann-Kommiss.
detto.		8.	Recognoszirung auf dem Beschka-Rücken	1		½					1	½							10						18								28	Ein Gulden, 58 kr. C. M.	Beschka.	8. Mai 18..	N. N. Lieutn. Magazins-Commandant.
detto.		8.	Fortsetzung der Recognoszirung von Beschka bis Szurduk												4	3												1	30			1	30				
detto.		9.	Recognoszirung der Gegend bei Szurduk und Weiterreise von Szurduk nach Banovize	1		½					1	½			4	2			10						18			1				1	28	Ein Gulden, 28 kr. C. M.	Szurduk.	9. Mai 18..	N. N. Richter.
detto.		9.	Fortsetzung der Reise von Banovize nach Semlin												4	3												1	30			1	30	Ein Gulden, 30 kr. C. M.	Banovcze.	9. Mai 18..	N. N. Feldwebel und Stations-Commdt.
detto.		10.	Recognoszirung bei Semlin und Fortsetzung der Reise von Semlin nach Pancsova	1		½					2	½			4	3			10						36			1	30			2	16	Zwei Gulden, 16 kr. C. M.	Semlin.	10. Mai 18..	N. N. Vorspanns-Kommiss.
Deutsch-Banat-Gränz-Regiment.		11.	Recognoszirung der Gegend von Pancsova	1		½			1	½									12				40										52	Zwei Guld., 52 kr. C. M.	Pancsova.	12. Mai 18..	N. N. Vorspanns-Komss.
detto.		12.	Reise von Pancsova nach Ludwigsdorf												4	4												2				2					
detto.		13.	Recognoszirung bei Ludwigsdorf und gegen Usdin						1	½													40										40	Vierzig Kreutzer C. M.	Ludwigsdorf.	13. Mai 18..	N. N. Feldwebel und Stations-Commandt.
detto.		13.	Recognoszirung der Gegend bei Usdin, Thomasevacz und Orlavat	1		½	1	½	1	½									12		10		40									1	2	Ein Gulden, 2 kr. C. M.	Usdin.	13. Mai 18..	N. N. Oberlieutenant Stations-Commandt.
detto.		14.	Fortsetzung der Reise und Recognoszirung gegen Perlasváros												4	3												1	30			1	30	Ein Gulden, 30 kr. C. M.	Orlovat.	14. Mai 18..	N. N. Lieutenant.
detto.		14.	Recognoszirung von Perlasváros gegen Tittel und Mosorin	1		½			1	½									12				40										52	Fünfzig zwei kr. C. M.	Perlasváros.	14. Mai 18..	N. N. Gränz-Verwalt. Lieutenant.
Csaikist. Dist.		15.	Recognoszirungs-Reise von Mosorin gegen Csurng	1		1			1	1									24			1	36									2		Zwei Guld., 40 kr. C. M.	Mosorin.	15. Mai 18..	N. N. Gränz-Verwalt. Lieutenant.
detto. detto.		15.	Für einen Bothen mit einem Dienstschreiben von Mosorin nach Neusatz	1	5														40														40				
Bácser-Komitat.		18.	Zur Herbeiführung des rückgelassenen Instrumenten-Wagens von Neusatz bis Kula												4	8														3	12	3	12	Vide beiliegende	Quittungen	sub Beilage	1 und 2.
detto. detto.		19.	Zur Winkelbeobachtung auf Kula Hutweide				4	1												1	48											1	48	Neun Gulden C. M.	Kula.	21. Mai 18..	N. N. Notarius.
detto. detto.		20.	detto detto				4	1												1	48											1	48				
detto. detto.		21.	detto detto				4	1												1	48											1	48				
detto. detto.		22.	Reise zur Winkelbeobachtung von Kula-Kernyaja												8	4												2		1	36	3	36				
detto. detto.		23.	Zur Winkelbeobachtung auf Puszta-Kula				1	1	2	½											27	2	30									2	57	Sieben Gulden, 54 kr. C. M.	Kernyaja.	23. Mai 18..	N. N. Richter.
detto. detto.		24.	Reise zur Winkelbeobachtung von Kernyaja-Parabuti												8	5½												2	45	2	12	4	57				
detto. detto.		24.	Zur Winkelbeobachtung auf dem Thurm von Parabuti				3	1												1	21											1	21	Ein Gulden, 21 kr. C. M.	Paraputi.	24. Mai 18..	N. N. Notar.
detto. detto.		31.	Vollendung der Winkelmessung auf dem Thurm von Okér.				3	1												1	21											1	21	Ein Gulden, 21 kr. C. M.	Okér.	31. Mai 18..	N. N. Richter.
detto. detto.		31.	Reise zur Winkelbeobachtung auf Dewecser-Puszta von Okér bis St. Thomasz												8	3½												1	45	1	24	3	9	Drei Gulden, 9 kr. C. M.	St. Thomasz	31. Mai 18..	N. N. Notar.
			Summa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	10	8	43	6	46	1	12	.	.	17	0	8	24	44	15				

Sage! Vierzig Vier Gulden, 15 kr. in Conv. Münze die obstehenderweise richtig verwendet worden sind. Sign. St. Thomasz den 31. Mai 18..

Formular-Beilage D-1.

k. k. Militär-Triangulirung — Abtheilung

Reise-Journal

über die vom Gefertigten mit dem beihabenden Instrumentenwagen zu Folge Marschroute von Wien bis N. gemachte Dienstreise.

Land in welchem gereist worden.	Datum der Reise.	Namen der Stationen.		Anzahl der			Bezahlter Geldbetrag für Vorspann.				Zusammen.	
							Der Offiziere à 1 fl. per Station.		Der Instrum.-Wägen. à 40 kr. per Station.			
		Von	Bis	Pferde.	Meilen.	Stationen.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.
Nieder-Oesterreich.	1. Mai 18..	Wien	Schwandorf.	4	.	1½	1	30	1	.	2	30
	detto detto	Schwandorf	Bruck.	4	.	1	1	.	.	40	1	40
	detto detto	Bruck	Zurndorf.	4	.	1¼	1	15	.	50	2	5
	2. Mai 18..	Zurndorf	ungarisch Altenburg.	8	.	1¾	1	45	1	24	3	9
Ungarn.		Okér	Peterwardein.									
			Summa	.	.	38½	38	45	31	30	70	15

Sage! Siebzig Gulden, fünfzehn Kreutzer Conv. Münze, welche vorstehender Weise richtig verwendet worden sind.

N. am 18..

N. N.
Trigonometer.

NB. Im Falle Auslagen auf ausserordentlichem Wege vorkommen, müssen dieselben besonders documentirt sein.

Formular a-ad D-2.

k. k. Militär-Triangulirung — Abtheilung

Tabellarische Uebersicht

der von den nachbenannten Comitaten und Jurisdictionen limitirten Vergütungs-Preise, für die vom Lande benöthigten Prästationen zu den Triangulirungs-Arbeiten in Ungarn im Jahre 18..

Namen der Jurisdictionen.	Bothen				Hand-langer		Für 1 Reit-od. Pack-Pferd sammt Knecht		Vierspännige Wägen				Anmerkung.
	per Tag		per Meile		auf einen Tag				auf 1 Tag		für 1 Station		
	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	
Peterwardeiner Gränz-Regiment.	.	20	.	6	.	18	.	36	1	30	1	.	Für ein Reitpferd ohne Knecht per Tag 20 kr.
Deutsch. Banat. Gränz-Regiment.	.	24	.	8	.	20	.	40	1	20	1	.	Für einen berittenen Bothen per Tag 48 kr.
Csaikisten-District	.	24	.	8	.	22	.	44	1	36	1	.	
Sirmier-Comitat.	.	18	.	10	.	18	.	36	1	12	1	.	
Torontáler „	.	22	.	10	.	22	.	45	2	.	1	.	
Bàcser „	.	30	.	12	.	27	.	48	2	30	1	12	Für einen Bothen zu Fuss, welcher den anderen Tag zurückgekehrt extra 15 kr.

N. am 18..

N. N.
Trigonometer.

NB. Wo es thunlich ist, muss der Trigonometer diese Uebersicht legalisiren lassen.

Formular-Beilage D-3.

k. k. Militär-Triangulirung — Abtheilung

Consignation

Ueber die Auslagen zur Errichtung einer hölzernen regelmässigen Triangulirungs-Pyramide von 4^{0}—1^{1} Höhe, mit einem Erdsockel von 4^{1} und einem erhöhten Stande von 1^{0}—4^{1} Höhe über dem natürlichen Boden auf der Kulaer Hutweide.

Datum	Inhalt	Betrag in C. M. fl.	Betrag in C. M. kr.	Quittung: Id est	Quittung: Ort	Quittung: Unterschrift des Quittirenden
	An Landes-Prästationen.					
17. Mai 18..	Zur Herbeiführung des Holz-Materials von Verbasz nach Kula: drei vierspännige Wägen auf eine Station à 48 kr. und zum Aufladen: vier halbe Handlangertage à 12 kr.	3	12	Drei Gulden zwölf Kreutzer C. M.	Verbacz.	N. N. Notarius
detto	Zum Abladen des Holzmaterials und Herrichtung der Pyramide: ein Zimmerpolir. ½ Tag à 24 kr., zwei Zimmermann ½ Tage à 18 kr., zwei Handlanger ½ Tage à 12 kr.	1	24	Eilf Gulden und drei Kreutzer in C. M.	Kula.	N. N. Ortsrichter
18. detto	Zur Ausgrabung der Löcher, Aufstellung der Pyramide, Verschallung: ein Zimmerpolir Tag à 48 kr., zwei Zimmermann Tage à 24 kr.	6	.			
19. detto	Zur gänzlichen Vollendung der aufgestellten Pyramide, Herstellung des erhöhten Standes, Aufführung des Erdsockels: ein Zimmermanns-Tag à 36 kr., neun Handlanger ½ Tage à 12 kr.	2	24			
18. dotto	Zum Herbei- und Rückführen der erforderlichen Requisiten, Materialien und dergleichen Gegenstände: zwei zweispännige Wägen auf ½ Tag à 37½ kr.	1	15			
	An Materialien und sonstigen Gegenständen.					
17. Mai 18..	Vier Bauholzstämme von weichem Holze à 7½ Klafter Länge zu den Pyramiden-Säulen und Querriegeln à 3 fl. C. M.	12	.	Laut Sub-Beilage 1 Quittung des Holzhändlers N. Zwanzig ein Gulden, Fünfzig sechs Kreutzer in C. M.	Verbacz.	N. N. Notarius
	Ein Stamm à 12 Zoll Dicke und 2½ Klafter Länge für den Instrumenten-Stand .	1	12			
	4 Stück Gesparrhölzer zum erhöhten Stande à 32 kr.	2	8			
	22 Stück einzöllige Bretter à 15^{1} lang, 1^{1} breit, à 18 kr. zur Verschallung der Pyramide und Herrichtung des Standes für den Beobachter	6	36			
	36 Stück Anzugnägel à 2 kr.	1	12	Zwei Gulden dreizehn Kreutzer.	Verbacz.	N. N. Eisenhändler
	50 Stück Brettnägel	.	12			
	350 Stück Lattennägel	.	49			
	Zum Anstreichen der Pyramide ¼ Metzen Kalk	.	20	Vierzig vier Kreutzer	Kula.	N. N. Ortsrichter
	„ „ „ „ 1 Maurerpinsel	.	24			
	Summa	39	8			

Sage! Dreissig neun Gulden, acht Kreutzer Conv. Münze, welche vorstehendermassen an Auslagen zur Erbauung der Pyramide auf Kula Hutweide baar und richtig verwendet worden sind.

N. am 18..

N. N.
Trigonometer.

Formular-Beilage D-4.

k. k. Militär-Triangulirung — Abtheilung

Quittung

1) Ueber 60 Sage Sechzig Gulden Conv. Münze 1) für den Triangulator
2) „ 40 „ Vierzig 2) für den Gehülfen
1) welche Gefertigter als Triangulators
2) „ „ „ Triangulirungs-Gehülfen } Zulage für den Monat 18.. aus dem Geldverlage der k k. Militär-Triangulirungs-Direction empfangen zu haben hiemit quittiret.

Sig. N. N.

Formular-Beilage D-5.

k. k. Militär-Triangulirung — Abtheilung

Consignation

Was nachstehenden commandirten Militär-Handlangern an Zulage im Monate 18.. verabreicht wurde.

Regiment oder Corps.	Compagnie.	Charge.	Namen.	Verwendet als Milit. Handlg. von—bis	Anzahl der Tage.	Bezahlter Geldbetrag C. M. täglich kr.	im Ganzen fl.	kr.	Anmerkung.
Pionnier-Corps	2	Gemeiner	N. N.	1. bis 31.	31	7	3	37	
E. H. Leop. Linien	1	detto	N. N.	7. bis 31.	25	7	2	55	
Infant. Regiment Nr. 53	4	detto	N. N.	7. bis 27.	21	7	2	27	vom 28. Mai an erkrankt, in das Spital N. übergeben.
						Summa	8	59	

Sage! Acht Gulden fünfzig neun Kreuzer in Conv. Münze, welche vorstehenderweise aus der Dotation der k. k. Militär-Triangulirung verwendet worden sind.

N. am 18..

N. N.
Trigonometer.

Formular Beilage D-6.

k. k. Militär-Triangulirung — Abtheilung

Consignation

über die, auf der Reise von Wien bis N. baar bezahlte Weg- und Schrankenmauth.

Die Weg- und Schrankenmauth ist bezahlt worden			Anzahl der		Geldbetrag in C. M.	
den	In dem Lande	Bei dem Schranken von	Pferde	Wägen	fl.	kr.
1. Mai 18..	Oestr. unt. der Enns.	Schwechat	4	2	.	16
detto detto	detto detto	Bruck	4	2	.	24
		Summa			.	40

Sage! — Gulden vierzig Kreutzer auf Weg- und Schrankenmauth verwendet.

N. am 18..

N. N.
Trigonometer.

Formular-Beilage D-7.

Conto

Ueber abgelieferte 3 Stück Pflöcke von Eichenholz, 4 Zoll stark und 2 Schuh lang, mit gestählten Spitzen und eisernen Ringen beschlagen, welche auf Anordnung des Herrn Oberlieutenant N. N. für die k. k. Militär-Triangulirung verfertiget worden sind.

Dafür wird berechnet die Wagnerarbeit

„ „ „ „ Schmiedarbeit

Zusammen

N. am 18..
Coram me
N. N.
Notarius.

Richtig bezahlt.
N. N.
Wagnermeister.

Id est Gulden kr. in C. M. für 3 Stück Pflöcke von Eichenholz mit Eisen beschlagen, zum Einschlagen in den Erdboden bestimmt, um damit eine solide Aufstellung des Winkelmessers zu erzielen.

N. N,
Trigonometer.

Formular E.

k. k. Militär-Triangulirung. Abtheilung

Ausweis

Ueber die im Monate N. von der Abtheilung empfangenen und verwendeten Verlagsgelder.

Beilage Nr.	Inhalt	Betrag in C. M. fl.	kr.
	Empfang.		
	Aus der Triangulirungs-Kassa in Wien an Vorschuss erhalten . . .		
	Aus der Kriegs-Cassa zu N. laut Gegenschein gefasst		
	Summa . .		
	Verwendung.		
	Laut Monatsrechnung im Mai l. J. verausgabt		
	Summa . .		
	Der Empfang mit der Verwendung verglichen, bleibt Forderung		
	„ Rest		

Sigt . . den 18 .

N. N.
Trigonometer.

Formulär F.

k. k. Militär - Triangulirung

Abtheilung

Final-Abrechnung

Ueber die während der Feldarbeit von April bis . . . l. J. von obiger Abtheilung empfangenen und verwendeten Verlags-Gelder.

Nr. der Beilage	Empfang.	in C. M. fl.	in C. M. kr.	Nr. der Beilage.	Verwendung.	in C. M. fl.	in C. M. kr.
	Aus der Triangulirungskassa in Wien, am 1. April 18..				laut monatlicher Berechnung pro Mai l. J...		
	Aus der Kriegskassa zu N. im Monate Juni „				„ „ „ „ Juni		
	„ „ „ „ „ „ „ Juli „				„ „ „ „ Juli		
	„ „ „ „ „ „ „ August „				„ „ „ „ August		
	„ „ „ „ „ „ „ Sept. „				„ „ „ „ Septemb.		
	„ „ „ „ „ „ „ Octob. „				„ „ „ „ October		
	Summa der Empfänge.				Summa der Verwendung		
					Der Empfang mit der Verwendung verglichen bleibt Rest		
					Sage!..... Gulden..... kr. C. M., welche der Gefertigte an die Triangulirungs-Direction bar und richtig abgeführt hat.		

am N. 18..

Formular G.

k. k. Militär-Triangulirung ________ Abtheilung ________

Consignation

Was nachstehender Mannschaft an Verpflegung im Monate ... 18.. verabreicht wurde.

Nr. der Beilage.	Regiment oder Corps.	Com-pagnie.	Charge.	Name.	Anmer-kung.	Ausgelegter Geld-Betrag. ordin. Löhnung. fl.	kr.	Fleisch-Beitrag. fl.	kr.	Brot-Geld. fl.	kr.	Schlaf-Kreutzer fl.	kr.	Summa in C. M. fl.	kr.	Brot-Portionen.
					Summa											

Formular H.

k. k. Militär-Triangulirung ________ Abtheilung ________

Consignation

Ueber nachstehende, im hierländigen Triangulirungs-Dienst vor der Dauerzeit zu Grunde gegangenen Monturs-Sorten.

Regiment.	Compagnie.	Charge.	Name.	Ursache der zu Grunde gegangenen Monturs-Sorten.	Monturs-Sorten. Mantel.	Röckel.	Leibel.	Kittel.	Tuchhosen.	Gatjen.	Hemden.	Kamaschen.	Schuhe. deutsche	ungarische	ganze Sohlen.
				Sage											

II. Theil.

Von dem auf die astronomisch- trigonometrische Vermessung bezüglichen Calcul und von der Benützung der erhaltenen Resultate.

§. 1. Dieser Theil der Instruction enthält, wie bereits in der Einleitung gesagt, die Art und Weise, wie die Berechnung der durch die astronomisch-trigonometrische Vermessung erhaltenen Elemente ausgeführt werden muss, um zu den beabsichtigten Messungs-Resultaten zu gelangen, so wie die Benützung der letztern zum Entwurfe richtiger Karten und zu weiteren gemeinnützigen Zwecken.

Die in den Berechnungen vorkommenden Formeln sind als die entsprechendsten anzusehen und dienen den bei der Militär-Triangulirung und im Calcul-Bureau angestellten Officieren als unabänderliche Norm, nachdem es nur durch eine solche Gleichförmigkeit möglich wird, dass ein Calculator den unterbrochenen Calcul eines Mitarbeiters übernehmen und fortführen könne. Zur Erleichterung für alle Berechnungen hat man diese Formeln auf eigenen Bögen lithografiren lassen. Endlich dürfte es nicht überflüssig sein, die Calculators aufmerksam zu machen, dass sie bei jeder Berechnung dieser Formeln, den Einfluss wohl beachten müssen, welchen die positiven und negativen trigonometrischen Functionen hierauf nehmen.

Erstes Hauptstück.

Von dem Calcul der astronomisch- trigonometrischen Messungs-Operationen.

I. Abschnitt.

Von der Basis oder Grundlinie.

Erstes Capitel.

Von den Rechnungs-Operationen der einzelnen Elemente.

§. 2. Hier kömmt es hauptsächlich darauf an, die Resultate der einzelnen Elemente mit aller Schärfe auszumitteln, um durch die Zusammenstellung derselben in ein Ganzes, das gesuchte Resultat der Basislänge so genau als möglich zu erhalten.

Die Rechnungs - Operationen der einzelnen Elemente bestehen daher:

1. In der Reduction der Stangen und Schieber auf den Horizont, und ihrer summarischen Zusammenstellung.
2. In der Reduction der Stangen und Schieber auf die mittlere Temperatur, welch letztere früher bestimmt sein muss.
3. In der Ermittlung der Excedenten jeder Stange über zwei Wiener-Klafter und ihrer summarischen Zusammenstellung.
4. In der summarischen Berechnung der Schieber.
5. In der Reduction der Schieberlängen aus dem Pariser- in das Wiener-Mass, nach dem Liesganig'schen Verhältnisse mittelst des constanten Logarithmus 0,01184127.
6. In der tabellarischen Zusammenstellung der sonstigen Messungs-Elemente, als: Index-Ablesungen, Halbmesser des Absenklungs-Cylinders, und der mit dem Stangenzirkel gemessenen Entfernungen.
7. In der Reduction auf die mittlere Temperatur der Absenklungs-Cylinder, der Entfernungen, welche mit dem Mass-Stabe gemessen worden sind und der Indexfehler der Schieber.
8. Endlich in der Ermittlung des Höhenunterschiedes der Stangen.

Einige der eben erwähnten Rechnungs - Operationen sind von selbst klar, und für die Ausmittlung und Reduction der übrigen können die folgenden Erläuterungen dienen.

§. 3. Die Reduction der Stangen auf den Horizont erfordert vorher die Ermittlung des Neigungswinkels, den sie mit dem Horizonte bilden, da sie während der Messung niemals genau horizontal liegen. Den Neigungs - Winkel jeder Stange erhält man dadurch, dass die in beiden Lagen des Niveau-Instrumentes abgelesenen Beobachtungen desselben addirt und sodann halbirt werden.

Da jedoch die Berührung der Stangen unter sich nicht in der obern Fläche geschieht, so ist zur gesuchten Reduction noch eine weitere Ermittlung nothwendig. Die Berührung am vordern Ende A (Taf. X. Fig. 1.) einer jeden Stange mit der vorausgehenden nächsten geschieht in der Ebene der obern Fläche des Schiebers in a; die Berührung am hintern Ende B aber, durch die nächstfolgende rückwärtige Stange, findet etwas unterhalb der obern Fläche der Stange in b Statt.

Die Berührungs - Linie hat daher, abgesehen von der Neigung der Stange, immer noch eine besondere Neigung, welche durch den Winkel i ausgedrückt wird. Wenn die Stange mit ihrer obern Fläche horizontal liegt, und es würde zum Beispiel von Nord gegen Süd gemessen, so ist der vorausgehende Theil a höher, als der rückwärtige b; folglich bestünde hier eine Neigung gegen Süd und so umgekehrt würde die Neigung gegen Nord statt finden, falls von Süd gegen Nord gemessen würde.

Da jedoch ein für allemal angenommen ist, dass der positive Werth einen Fall der Stange von Nord gegen Süd bezeichne, so ist einleuchtend, dass der Winkel i, je nachdem man nach der einen oder der andern Richtung misst, auch einen positiven oder negativen Werth haben müsse, und zwar bei der Messung von Nord gegen Süd $+i$ und von Süd gegen Nord $-i$. Dasselbe gilt von Ost gegen West $+i$ und umgekehrt $-i$.

§. 4. Wenn daher I den schon ermittelten Neigungswinkel der obern Fläche der Stange bezeichnet, so wird der Neigungswinkel der Berührungs-Linie $N = I \pm i$ und die Berührungs-Linie

$$\frac{AB}{\cos i}$$

sein. Die Reduction derselben auf den Horizont wäre somit

$$\frac{AB}{\cos i} \cos (I \pm i) = \frac{AB}{\cos i} (\cos I \cos i \mp \sin I \sin i) = AB \cos I \mp AB \sin I \tang i$$

und da $\tang i = \frac{ac}{bc} = \frac{ac}{AB}$, so wird dieselbe Reduction

$$AB \cos I \mp ac \sin I,$$

woraus hervorgehet, dass die Correction der Reduction $AB \cos I$ der Stange AB auf den Horizont, des Winkel i wegen, gleich $\mp ac \sin I$.

Uebrigens ist durch eigens angestellte Untersuchungen der Werth für $i = 7' 33''$ ermittelt worden, der für eine jede Stange des Messapparats ohne Unterschied durchaus in Rechnung genommen werden kann.

Nachdem man ferner jede Stange zu 2 Wiener-Klafter annimmt, indem die Excedenten über dieses Mass eigens berechnet werden, so kann die obige Formel für die auf den Horizont wirklich reducirten Stangen auch durch $2^{Kl.} \cos N$ ausgedrückt sein, wo N die bereits verbesserten Neigungswinkel bezeichnet; weil aber

$$\cos N = 1 - 2 \sin^2 \tfrac{1}{2} N,$$

so wird

$$2 . 2^{Kl.} \sin^2 \tfrac{1}{4} (2 N)$$

die von der Stangenlänge abzuziehende Correction, um sie auf den Horizont zu reduciren.

§. 5. Die Reduction des vorgeschobenen Theiles der Schieber wird eine gleiche Form haben, denn wenn S diesen Theil bedeutet, so ist die Reduction

$$2^{Kl.} S \sin^2 \tfrac{1}{4} (2 N) = \tfrac{1}{2} S 2 . 2^{Kl.} \sin^2 \tfrac{1}{4} (2 N)$$

Es ist nämlich die Reduction des Schiebers gleich *der Reduction der Stange multiplicirt mit der halben Länge des Schiebers*.

Diese Reduction könnte nun für sich bei jeder einzelnen Stange berechnet werden, allein der Unterschied ist kaum merklich, wenn auch erst am Ende

der ganzen Messung die Summe aller dieser Reductionen durch folgende Formel bestimmt wird:

Summe der Schieber multiplicirt mit der Reduction aller Stangen und getheilt durch die doppelte Anzahl der Stangen.

Auch kann der sich annähernde Werth der Schieber- Reduction dadurch bestimmt werden, dass man annimmt, es verhalte sich die Summe der Länge aller Stangen der gemessenen Basis zur Längensumme aller Schieber, wie sich die Reduction der Stangen zur Reduction der Schieber verhält.

§. 6. Die Reduction der Stangen auf die mittlere Temperatur kann nach der, im Jahre 1840 im hiesigen k. k. politechnischen Institute mit aller Umsicht vorgenommenen Etalonirung der Mess-Stangen, bewerkstelliget werden. Es ergab sich bei dieser Etalonirung als Normalmass bei einer Temperatur von 17°,5 Cent. folgendes Resultat:

Stange I	= 2°,05768,0044	Wiener-Klafter		
„ II	= 2°,05754,3953	„	„	
„ III	= 2°,05762,7247	„	„	
„ IV	= 2°,05758,8746	„	„	

Um die Ausdehnung der Stangen berücksichtigen zu können, wurden im Jahre 1810 die sorgfältigsten Untersuchungen angestellt und für einen Grad des 100theiligen Thermometers folgende Ausdehnungs-Coefficienten erhalten:

für die Stange I	= 0,00002,2231	Pariser Toisen		= 0,00002,2845	Wiener Klft.	
„ II	= 0,00002,2309	„	„	= 0,00002,2925	„	„
„ III	= 0,00002,2466	„	„	= 0,00002,3087	„	„
„ IV	= 0,00002,2910	„	„	= 0,00002,3543	„	„

Das obenerwähnte Normalmass der Basis-Stangen muss daher auf jene mittlere Temperatur reducirt werden, welcher sie bei der Messung ausgesetzt sind. Die Ermittlung der mittleren Temperatur für jede Stange selbst geschieht tageweise durch Summirung der im Beobachtungs-Protocoll aufgezeichneten Ablesungen der beiden in Quecksilber eingelassenen Thermometer jeder Stange.

Die vorzunehmende Reduction jeder Stange auf die mittlere Temperatur wird somit $= + anT$, wo

a den Ausdehnungs-Coefficienten der betreffenden Stange,

n die Anzahl ihrer Lagen, und

T der Ueberschuss der gefundenen mittleren Temperatur über 17°,5 Cent.

bedeutet.

§. 7. Auf ähnliche Weise wird die Reduction der Schieber auf die mittlere Temperatur erhalten, nur kann des unmerklichen Unterschiedes wegen, dieselbe zur Erleichterung und ohne Beeinträchtigung der Richtigkeit, sum-

marisch dadurch ermittelt werden, dass man zuerst die Ausdehnung der Schiebersummen jeder Unterabtheilung der Basis für die Temperatur von $17^{0},5$ berechnet, und sodann die, um diese Ausdehnung vergrösserte Schiebersumme mit dem jedesmaligen Unterschiede der mittleren Stangentemperatur des Basis-Stückes über $17^{0},5$ multiplicirt.

Der Coefficient für die Ausdehnung der Schieber auf 1^{0} Cent. ist als mittlerer Werth der Ausdehnung von Silber und Messing $= 0^{0},00001,89517$ von Wiener Klaftern und dessen log $= 5,2776481$. Die Reduction der Schieber auf die mittlere Temperatur wird daher wieder $= + asT$, wo aber

a den hier bemerkten Ausdehnungs-Coefficienten,

s die Summe der Schieber in Wiener Klafter, und

T den Ueberschuss der mittleren Temperatur des berechneten Basis-Stückes über $17^{0},5$ bezeichnet.

Sollte die mittlere Temperatur bei der Messung nicht über, sondern unter $17^{0},5$ sein, so versteht es sich wohl von selbst, dass bei allen Reductionen der Einfluss derselben im entgegengesetzten Sinne statt findet.

§. 8. Dasselbe summarische Verfahren findet bei der Reduction auf die mittlere Temperatur des Absenklungs-Cylinders, der mit dem Mass-Stabe gemessenen Entfernungen und der Indexfehler der Schieber statt. Der in die Rechnung zu nehmende Ausdehnungs-Coefficient ist für den Stahl-Cylinder $= 0,00000,01795$; für den Mass-Stab, der aus Tiroler Tafel-Messing verfertiget ist, so wie für die Indexfehler der Schieber aber $= 0,00001,9030$.

§. 9. Der Höhenunterschied der beiden Endpunkte jeder Stange wird durch die Formel

$$dN = (S + s) \sin N$$

erhalten, wo *S* die Länge der Stange, *s* den vorgeschobenen Theil des Schiebers und *N* den verbesserten Neigungswinkel bedeutet. Durch die Summirung der einzelnen Angaben kann der Höhenunterschied der beiden Endpunkte der Basis abgeleitet werden.

§. 10. Sobald die einzelnen Elemente berechnet und tabellarisch gehörig geordnet sind, wird zur Zusammenstellung derselben geschritten, um hieraus die Länge der gemessenen Grundlinie zu ermitteln. Diess geschieht in zwei Abtheilungen:

Die erste enthält die durch die Berechnung gefundenen Resultate tageweise und nach den Untertheilungen der Basis zusammengestellt; die zweite aber stellt die nämlichen Resultate für die einzelnen Untertheilungen sowohl, als für die beiden Hälften und die ganze Basis, wie sie sich bei der zweimaligen Messung ergeben, einander zur Vergleichung gegenüber. Aus den Resultaten der beiden Messungen wird sonach das arithmetische Mittel als Basislänge festgesetzt.

Zweites Capitel.

Von den weitern Reductionen der so ermittelten Basislänge.

§. 11. Die nach vorigem Paragraphe erhaltene Basislänge bedarf, damit sie zum Gebrauche geeignet sei, noch anderer Reductionen und zwar: jener auf den Meeres-Horizont, und auf ihre Sehne.

Zur Reduction der Basis auf den Meeres-Horizont muss vorerst die Höhe eines ihrer Endpunkte ermittelt werden. Sind daher die Barometer-Messungen correspondirend mit einem Punkte, dessen absolute Höhe bekannt ist, zu diesem Zwecke vorgenommen worden, so wird der Höhenunterschied zwischen diesem und dem bezeichneten Basis-Endpunkte nach den am Schlusse dieser Instruction gegebenen Anleitungen ermittelt und sodann die absolute Höhe des Basisendpunktes gefunden.

Die Reduction der Basis auf den Meeres-Horizont selbst aber ergibt sich sodann aus der Formel $-\frac{BdR}{R+dR}$, wo B die Länge der Basis nach allen Reductionen, R den Erdhalbmesser, oder eigentlich die Normale an dem Orte und in der Richtung der Basis, und dR die Erhöhung der Basis selbst über der Meeresfläche bezeichnen.

§. 12. Endlich wird die Basis, da sie ein Stück eines grössten Erdkreises ist, so wie alle Seiten im Dreiecks-Systeme auf ihre Sehne reducirt, welches durch die Formel

$$-\frac{B^3}{24\,R^2} \text{ geschieht;}$$

wo B die auf den Meeres-Horizont reducirte Basis und R wieder die Normale an dem Orte derselben bedeutet.

§. 13. Zum Schlusse wird hier noch die Reduction angegeben, welche die Basis benöthigt, im Falle sie irgend eines Terrainhindernisses wegen gebrochen worden wäre. Es seien A und B die gemessenen Stücke, φ der Winkel, den sie bilden, und D die gesuchte Basis in kürzester Richtung zwischen ihren Endpunkten; so hat man ein sehr stumpfwinkliges Dreieck, dessen zwei Seiten so wie der von diesen eingeschlossene Winkel bekannt sind. Es ergibt sich daher:

$$\begin{aligned} D &= (A^2 + B^2 - 2\,AB\cos\varphi)^{\frac{1}{2}} \\ &= [(A+B)^2 - 2\,AB\,(1+\cos\varphi)]^{\frac{1}{2}} \\ &= [(A+B)^2 - 4\,AB\cos^2\tfrac{1}{2}\varphi]^{\frac{1}{2}} \\ &= (A+B)\left(1 - \frac{4\,AB\cos^2\frac{1}{2}\varphi}{(A+B)^2}\right)^{\frac{1}{2}} \end{aligned}$$

und wenn $\frac{4\,AB\cos^2\frac{1}{2}\varphi}{(A+B)^2} = x$ gesetzt wird

$$D = (A + B)\,(1 - x)^{\frac{1}{2}} = (A + B)\,(1 - \tfrac{1}{2}\,x - \tfrac{1}{8}\,x^2 - \tfrac{1}{16}\,x^3 \ldots)$$
$$= (A + B) - (A + B)\,(\tfrac{1}{2}x + \tfrac{1}{8}\,x^2 + \tfrac{1}{16}\,x^3 + \ldots)$$

Es muss daher von der gemessenen Basis der Theil

$$\tfrac{1}{2}\,(A + B)\,(x + \tfrac{1}{4}\,x^2 + \tfrac{1}{2}\cdot\tfrac{3}{6}\,x^3 \ldots\ldots)$$

weggenommen werden, um die gerade Entfernung der Endpunkte zu erhalten.

Uebrigens wird die Reihe desto schneller convergiren, je stumpfer der Berechnungs-Winkel der Basis ist; auch wird in den meisten Fällen schon mit dem zweiten Gliede derselben das erhaltene Resultat hinlänglich genau sein.

II. Abschnitt.

Von dem Dreiecksnetze.

Erstes Capitel.

Von der Berechnung der Dreiecke.

§. 14. Zur Bestimmung des Beobachtungswerthes für die einzelnen Winkel nach dem §. 156 des ersten Theiles dieser Instruction, so wie zur Prüfung ihrer Zulässigkeit, ist vor Allem die Berechnung der auf diese Winkel bezüglichen Reductionen und die damit bedingte vorläufige Berechnung der Dreiecke erforderlich.

Die Hauptdreiecke werden mit römischen, die Nebendreiecke mit arabischen Zahlen in der Ordnung nummerirt, wie sie von den Anstoss-Seiten oder Basen ausgehend, um die einzelnen Polygone der Reihe nach liegen, und die beobachteten Winkel in den zur Dreiecksberechnung bestimmten Bögen eingetragen, endlich ihr arithmetisches Mittel gefunden. Bei dem Eintragen der Winkel ist der Gleichförmigkeit wegen zu bemerken, dass zuerst jener Winkel eingetragen wird, welcher der bekannten Seite gegenübersteht, dann folgt der ihm rechts, endlich der ihm links liegende. Zur vorläufigen Berechnung werden nun die Winkel eines jeden Dreieckes auf die Summe von 180^0 ausgeglichen.

Bei der Vertheilung ist vorzüglich zu berücksichtigen ob die Beobachtung der drei Winkel unter gleich günstigen Umständen geschehen, und welchen Einfluss sämmtliche Reductionen hierauf haben können. Ist der Grad der Verlässlichkeit für jeden Winkel des Dreieckes festgesetzt, so wird die Vertheilung verhältnissmässig vorgenommen.

§. 15. Sowohl die vorläufige, als jede spätere Berechnung der Dreiecke, von welchen die Winkel und eine Seite gegeben sind, hat auf folgende Weise zu geschehen:

Es sei im Dreiecke ABC (Taf. X. Fig. 2.), $A = 45^0$, $B = 80^0$, $C = 55^0$, und die bekannte Seite $BC = a = 8000$ Klafter, so ergibt sich nach:

$$AC = b = \frac{a \sin B}{\sin A} \quad \text{und} \quad AB = c = \frac{a \sin C}{\sin A}$$

die Berechnung:

$\log. a =$	3,9030900		
$-\log. \sin A =$	9,8494850		
$\log \frac{a}{\sin A} =$	4,0536050		4,0536050
$\log \sin B =$	9,9933515	$\log. \sin C =$	9,9133645
$\log b =$	4,0469565	$\log c =$	3,9669695
$b =$	11141,Kl.83	$c =$	9267,Kl.65

§. 16. Sollte sich der Fall ereignen, dass in einem geradlinigen Dreiecke zwei Seiten a, b (Taf. X. Fig. 2) und der eingeschlossene Winkel C gegeben wären, so können um das Uebrige zu finden die nachfolgenden Formeln angewendet werden:

$$\tan g\ \varphi = \frac{a}{b} \sin C \qquad \tan g\ A = \frac{\sin \varphi \sin C}{\sin (C - \varphi)} \qquad c = \frac{a \sin C}{\sin A}$$

wo φ ein Hilfs-Winkel ist. Es sei zum Beispiel a = 11207,Kl.89, b = 17373,Kl.58, $C = 104^{\circ}.29'.22'',72$, so erhält man:

$\log a =$	4,0495241	$\log \sin \varphi =$	9,7240712
$comp \log b =$	5,7601107	$comp \log \sin (C-\varphi) =$	0,0205780
$\log \sin C =$	9,9859619		9,9859619
$\log \tan g\ \varphi =$	9,7955967	$\log \tan g\ A =$	9,7306111
$\varphi =$	$31^{\circ}.59'.18'',91$	Winkel $A =$	$28^{\circ}.16'.14'',99$
$C =$	104 .29.22 ,72		
$C - \varphi =$	72 .30. 3 ,81	$\log a =$	4,0495341
		$comp \log \sin A =$	0,3245517
Winkel $B =$	$180^{\circ} - C - A$	$\log \sin C =$	9,9859619
$=$	$47^{\circ}.14'.22'',29$	$\log c =$	4,3600377
		Seite $c =$	22910,Kl.71

§. 17. Manchmal könnte der Fall eintreten: *Aus der bekannten Lage dreier Punkte, und den, von einem vierten aus, gemessenen Winkeln zwischen denselben, die Lage des vierten Punktes zu bestimmen.*

Bezeichnet man die Winkel des gegebenen Dreieckes mit A, B, C; (Taf. X Fig. 4), jene am gesuchten Punkte D aber, mit $O = ADB$ und $O' = BDC$; endlich die Winkel CAD mit x, und ACD mit y; so hat man die Formel

(1) $\tan g.\ \varphi = \frac{\sin C \sin (O' - A)}{\sin A \sin (O - C)}$ (2) $\tan g \frac{1}{2}(x - y) = \cot \frac{1}{2}(O + O') \cot (45^{\circ} + \varphi)$

wo φ ein Hilfswinkel ist.

Da aber $x+y=180^\circ-(O+O')$ bekannt ist, so braucht man nur diese Gleichungen aufzulösen, um x und y, und damit die Auflösung der Aufgabe zu haben.

§. 18. Es können jedoch bei dieser Auflösung drei andere Fälle vorkommen, je nachdem der Punkt D in D', D'', oder D''' liegt, wodurch die Formeln eine Veränderung erleiden. Ist derselbe in der vorigen Linie D', nämlich auf AC, so wird $O+O'=180^\circ$, und dann sind auch die beiden Dreiecke ABD' und $D'BC$ bekannt. Wenn der Punkt D einem Winkel des bekannten Dreieckes gegenüber oder in D'' liegt, verwandeln sich die Formeln:

$$(1') \quad tang\,\varphi=\frac{sin\,C\,sin(O'+A)}{sin\,A\,sin\,(O+C)} \qquad (2') \quad tang\,\tfrac{1}{2}(x-y)=cot\,\tfrac{1}{2}(O+O')\,cot\,(45^\circ+\varphi).$$

Liegt der Punkt D im Dreiecke selbst oder in D''', so werden die Formeln

$$(1'') \quad tang\,\varphi=\frac{sin\,C\,sin\,(O'-A)}{sin\,A\,sin(O-C)} \qquad (2'') \quad tang\,\tfrac{1}{2}\,(x-y)=-cot\,\tfrac{1}{2}\,(O+O')\,cot\,(45^\circ+\varphi).$$

Um ein Beispiel von dieser Aufgabe zu haben, kann man wie im ersten Falle, voraussetzen, dass sich der gesuchte Punkt D (Taf. X Fig. 4) gegenüber einer Seite des bekannten Dreieckes befinde.

Hiezu die Formel (1) und (2)

Ist nun $log\ a = 4{,}0201539$	$A = 39^\circ.13'.38'',2$
$log\ b = 4{,}2088199$	$B = 77\ .32\ .41\ ,0$
$log\ c = 4{,}1699205$	$C = 63\ .13\ .40\ ,8$
	$O' = 34\ .22\ .\ 1\ ,5$
$log\ sin\ C = 9{,}9507571$	$O = 54\ .45\ .\ 6\ ,2$
	$O+O' = 89\ .\ 7\ .\ 7\ ,7$
$log\ sin\,(O'-A) = 8{,}9280101 -$	$\tfrac{1}{2}\,(O+O') = 44\ .33\ .33\ ,8$
$comp\ log\ sin\ (O-C) = 0{,}8315028 -$	$O'-A = -4\ .51\ .36\ ,7$
$comp\ log\ sin\ A = 0{,}1990095$	$O-C = -8\ .28\ .34\ ,6$
$log\ tang\ \varphi = 9{,}9092795 +$	$\varphi = 39\ .\ 3\ .31\ ,5$
$log\ cot\ (45^\circ+\varphi) = 9{,}0173158$	$45^\circ+\varphi = 84\ .\ 3\ .31\ ,5$
$log\ cot\ \tfrac{1}{2}\,(O+O') = 0{,}0066799$	
$log\ tang\ \tfrac{1}{2}\,(x-y) = 9{,}0239957$	$\tfrac{1}{2}\,(x-y) = 6\ .\ 1\ .52\ ,6$
	$x-y = 12\ .\ 3\ .45\ ,2$
$x+y = 180-(O+O') = \ldots\ldots$	$x+y = 90\ .52\ .52\ ,3$

§. 19. Bei den Multiplications-Kreisen ruht das eine Fernrohr auf der Alhidade, und bewegt sich im Mittelpunkte des Kreises, das untere Fernrohr hingegen, dreht sich in einer bekannten Entfernung um das Centrum herum, und diese Entfernung heisst die *Excentricität des Fernrohres.*

Wird daher mit diesem Instrumente ein Winkel beobachtet, so geht die Ebene des Visirstrahles nicht durch den Mittelpunkt des Kreises, und der auf dem Limbus abgelesene Winkel wird folglich eine Verbesserung benöthigen.

Es sei nämlich am Anfange der Beobachtung des Winkels *ACB* (Taf. X Fig. 3) das obere Fernrohr in der Richtung *CA*, so wird das untere, in der Entfernung *CD* vom Mittelpunkte *C*, nicht in die Richtung *CB* sondern in jene *DB* kommen. Wendet man nun den ganzen Kreis dergestalt, dass das untere Fernrohr in die Richtung *EA* kommt, so wird der Punkt *D* jetzt in *E* sein, und folglich der Winkel *DCE*, keineswegs aber der gesuchte *BCA* auf dem Limbus erscheinen. Das obere Fernrohr, welches vor der Umdrehung des ganzen Kreises mit *CB* den Winkel *ACB* bildete, wird nunmehr in der Lage CA' sich befinden und mit *CB* den Winkel

$$BCA' = BCA + DCE$$

bilden; folglich wenn dasselbe in die Richtung *CB* von der Rechten zur Linken zurückgeführt wird, auf dem Limbus den Bogen

$$BCA + DCE = P$$

durchlaufen.

Der Bogen halbirt gibt den gemessenen Winkel, und dessen Verbesserung, wegen der Excentricität des unteren Fernrohres in Secunden ausgedrückt, enthält die Formel

$$\frac{r}{2\,R\,\sin 1''} - \frac{r}{2\,L\,\sin 1''}$$

wo $r = CE = CD$ die Excentricität des unteren Fernrohres,
$R = CA$ die Entfernung zum Signale rechts,
$L = CB$ die Entfernung zum Signale links ist.

Zur Erleichterung der Rechnung kann der Factor $\frac{\frac{1}{2} r}{\sin 1''}$ zum constanten gemacht und sofort wie folgt verfahren werden.

Es sei $R = 10000$; $L = 20000$; und r rechter Hand $= 0{,}019675$ W. Klafter.

$Comp \log \sin 1'' = 5{,}31443$	$Comp \log R = 6{,}00000$	$Comp \log L = 5{,}69897$
$\log \frac{1}{2} r = 7{,}99288$	$\log const = 3{,}30731$	$\log const = 3{,}30731$
$\log const = 3{,}30731$	$\log I = 9{,}30731$	$\log II = 9{,}00628$
	$I = +0'',203$	$II = -0'',101$

also die Verbesserung $+ I - II = 0'',102$

In den Protocollen wird der beobachtete Winkel mit *A*, und jener von der Excentricität befreit mit A' bezeichnet.

§. 20. Nachdem die mit dem Multiplications-Kreise beobachteten Positions-Winkel in einer schiefen Ebene gemessen sind, so müssen dieselben für die Rechnung erst auf den Horizont reducirt werden, wozu die Formel

$$(1) \quad \sin \tfrac{1}{2} A'' = \left\{ \frac{\sin \frac{1}{2}(A' + d - \delta)\ \sin \frac{1}{2}(A' - d + \delta)}{\sin d \sin \delta} \right\}^{\frac{1}{2}}$$

dienen kann; wollte man aber unmittelbar den Unterschied zwischen dem ge-

messenen Winkel und seinem entsprechenden horizontalen, welcher Unterschied die *Reduction auf den Horizont* eigentlich ausmacht, finden, so erhält man diesen in Secunden durch die Formel

$$(2)\quad \frac{tang\,\tfrac{1}{2}A'\,sin^2\,\tfrac{1}{2}(d+\delta-180)-cot\,\tfrac{1}{2}A'\,sin^2\,\tfrac{1}{2}(d-\delta)}{sin\,d\,sin\,\delta\,sin\,1''}-\tfrac{1}{2}\varphi^2\,sin\,1''\,cot\,A$$

wo A' den von der Excentricität befreiten Winkel, d und δ die Zenithdistanzen der zwei pointirten Signale, und φ das ganze erste Glied bedeutet.

Das zweite Glied der Formel (2) wird man in den meisten Fällen ganz vernachlässigen können, es müsste denn der Werth von d und δ sehr beträchtlich sein.

§. 21. Die Berechnung der Reduction eines Winkels auf den Horizont wird auf folgende Art vollführt:

Es sei $A'=60^0.\ 0'.0''$ $\quad \tfrac{1}{2}A'=30^0.\ 0'.0''$

$d=92.40.0$ $\quad \tfrac{1}{2}d=46.20.0$

$\delta=89.10.0$ $\quad \tfrac{1}{2}\delta=44.35.0$

durch die Formel (1)

$log\,sin\,\tfrac{1}{2}(A'+d-\delta)=9{,}7211623$ $\quad \tfrac{1}{2}(A'+d-\delta)=31.45.0$

$log\,sin\,\tfrac{1}{2}(A'-d+\delta)=9{,}6751546$ $\quad \tfrac{1}{2}(A'-d+\delta)=28.15.0$

$comp\,log\,sin\,d=\quad 4705$

$comp\,log\,sin\,\delta=\quad 459$

$log\,sin^2\,\tfrac{1}{2}A''=9{,}3968333$

$log\,sin\,\tfrac{1}{2}A''=9{,}6984166{,}5$ $\quad \tfrac{1}{2}A''=29^0.57'.28'',397$

und endlich der Horizontal-Winkel $A''=59.54.56,794$

Durch die Formel (2)

$\tfrac{1}{2}(d+\delta-180)=0^0.55'.0''$	$\tfrac{1}{2}(d-\delta)=1^0.45'.0''$
$Comp\,log\,sin\,1''=5{,}3144251$	$=5{,}3144251$
$log\,tang\,\tfrac{1}{2}A'=9{,}7614394$	$log\,cot\,\tfrac{1}{2}A'=0{,}2385606$
$log\,sin^2\,\tfrac{1}{2}(d+\delta-180)=6{,}4081406$	$log\,sin^2\,\tfrac{1}{2}(d-\delta)=6{,}9696958$
$comp\,log\,sin\,d=4705$	$=4705$
$comp\,log\,sin\,\delta=459$	$=459$
$log\,I=1{,}4845215$	$log\,II=2{,}5231979$
$I=+\ 30'',515$	$log\,\tfrac{1}{2}\,sin\,1''=4{,}38454$
$II=-\ 333,578$	$log\,cot\,A'=9{,}76144$
$\varphi=-\ 303,063$	$2\,log\,\varphi=4{,}96306$
$III=-\ 0,129$	$log\,III=9{,}10904$

Also die Reduction $\quad -\ 303'',192=-5'.3'',192$

$A'=60^0.0.0,000$

und der Horizontal-Winkel $\quad A''=59.54.56,808$

mithin nur $0'',014$ grösser als obiger durch die Formel (1) erhaltene. Wenn A' stumpf ist, so wird $\cot A'$ verneinend und hiemit das *II* Glied der Formel (2) bejahend.

§. 22. Bei der Reduction der Winkel auf den Horizont sind d und δ die Zenithdistanzen desjenigen Punktes, welcher bei der Beobachtung des Positions-Winkels pointirt wurde.

Nun kann es geschehen, dass man durch Hindernisse gezwungen wird oder es bequemer findet, diese Zenithdistanzen von einem Punkte des Signals zu beobachten, der über oder unterhalb desjenigen liegt, welcher bei der Beobachtung des Positions-Winkels pointirt wurde. So zum Beispiel kann bei der Beobachtung des Positions-Winkels der Punkt B (Taf. X Fig. 11), bei der Zenithdistanz hingegen der Punkt b pointirt worden sein; es würde daher, wenn Z das Zenith des Beobachters ist, die genommene Zenithdistanz um den Winkel $Bab = pba$ zu klein sein und folglich eine Reduction bedürfen, welche der im §. 46 gefundenen ähnlich ist:

$$+\frac{h \sin d}{R \sin 1''}$$

wo h = dem Höhenunterschied der jedesmal anvisirten Punkte,
d = der beobachteten Zenithdistanz und
R = der Entfernung zum Objecte ist.

Käme dieser Fall auch beim Objecte links vor, so wäre die Reduction links

$$+\frac{h' \sin \delta}{L \sin 1''}$$

§. 23. Wenn bei der Beobachtung eines Winkels das Instrument nicht über dem Mittelpunkte der Beobachtungs-Station steht, so muss der excentrisch gemessene Winkel auf den Mittelpunkt des Signals gebracht werden, und dieses Verfahren heisst die *Reduction ad Centrum.*

Es sei (Taf. X Fig. 5) C der Durchschnittspunkt der Achse des Signals mit dem natürlichen Boden, bei der Beobachtung jedoch der Winkelmesser in O gestanden, mithin der Winkel AOB und nicht der wahre ACB gemessen worden, so gelangt man zur Bestimmung der Reduction mittelst:

$$ACB = AIB - CBO = AOB + CAO - CBO$$

Nun ist $\sin CAO = \frac{OC \sin AOC}{AC} = \frac{OC \sin (AOB + BOC)}{AC}$

und $\sin CBO = \frac{OC \sin BOC}{BC}$

Nennt man ein für allemal y den Winkel BOC das ist den Richtungs-Winkel, wie im §. 145 des ersten Theiles dieser Instruction; $r = OC$ die Entfernung des Instrumentes vom Mittelpunkte der Station; $R = AC$ die Entfernung zum Signale rechter Hand; $L = BC$ die Entfernung zum Signale linker Hand; und $A = AOB$ den beobachteten und auf den Horizont bereits reducirten Winkel; so ergibt sich die gesuchte Reduction in Secunden ausgedrückt

$$= \frac{r \sin (A + y)}{R \sin 1''} - \frac{r \sin y}{L \sin 1''}$$

Diese Formel hat die grösste Allgemeinheit; denn der Winkel y, welcher überdiess auch *Directions-Winkel* heisst, wird alle möglichen Werthe von 0 bis 360 Grade haben können, wo sich natürlich eben so vielfach die Werthe von $(A + y)$ und y verändern werden, so wie dieses rückwärts in der Taf XI durch die Zeichnung verdeutlichet ist.

§. 24. Die Berechnung einer Reduction ad Centrum geschieht auf folgende Art:

Es sei $r = 2^{Kl}\cdot 833$ $\quad A = 70^\circ.0'.0''$

$R = 10000$ $\quad y = 40.0.0$

$L = 20000$ $\quad A + y = 110.0.0$

$comp \log \sin 1'' = 5{,}31442$	$= 5{,}31442$
$\log r = 0{,}39794$	$= 0{,}39794$
$comp \log R = 6{,}00000$	$comp \log R = 5{,}69897$
$\log \sin (A + y) = 9{,}97298$	$\log \sin y = 9{,}80807$
$\log I = 1{,}68534$	$\log II = 1{,}21940$
$I = +48'',456$	$II = -16'',573$

also die gesuchte Reduction $+ I - II = + 31'',883$

§. 25. In Fällen wo sich der Richtungswinkel nicht gehörig bestimmen lässt oder wo nur eine kleine Verrückung des Instrumentes aus dem Centro statt findet, kann die Reduction ad Centrum auf folgende Weise ausgeführt werden:

Es sei C (Taf. X Fig. 6) abermals der Mittelpunkt der Beobachtungs-Station und O der Standpunkt des Winkelmessers, so besteht die Reduction wieder in den kleinen Winkeln A und B; da man nun statt derselben ihre Sinusse nimmt, so messe man die Perpendikel Om auf die Entfernung $CA = R$ zum Signale rechts, und On auf $BC = L$ zum Signale links, wodurch sich die Sinusse der Winkel A und B folgendermassen in Secunden ausgedrückt ergeben:

$$\sin A = \frac{Om}{R \sin 1''} \text{ und } \sin B = \frac{On}{L \sin 1''}$$

Setzt man ferner Om ein für allemal $= p$ und $On = q$, so ist die gesuchte Reduction ad Centrum

$$\pm \frac{p}{R \sin 1''} \pm \frac{q}{L \sin 1''}$$

Die Lage des Instrumentes gegen den Mittelpunkt der Beobachtungs-Station und gegen die Richtungen R und L bestimmen das Zeichen eines jeden Gliedes, welches überdiess in der Tafel XI auch durch die Zeichnung erklärt ist.

§. 26. Eine Reduction ad Centrum mittelst Perpendikeln wird folgendermassen berechnet:

Es sei $p = 0,2$, $q = 0,4$, $R = 10000$, und $L = 20000$ Klafter und das Instrument wäre innerhalb der Dreiecksschenkel R und L gestanden, so ist

$comp\ log\ sin\ 1'' = 5,31442$	$= 5,31442$
$log\ p = 9,30103$	$log\ q = 9,60206$
$comp\ log\ R = 6,00000$	$comp\ log\ R = 5,69897$
$log\ I = 0,61545$	$log\ II = 0,61545$
$I = -4'',125$	$II = -4'',125$

Also ist die Reduction $I + II = -8'',25$

§. 27. Wird bei einer Beobachtung aus irgend einer Ursache nicht die Achse des pointirten Signales, sondern wie zum Beispiele (Taf. X Fig. 7) der mittlere Punkt A der beleuchteten Face ab anvisirt, und folglich anstatt des wahren Winkels MOS jener AOS erhalten; so muss der Unterschied, der hier in dem kleinen Winkel AOM besteht, ermittelt werden, und diess heisst die *Reduction auf die Achse des Signals.*

Es wäre $AM = MB = P$; der Winkel $AMO = x$ und die Entfernung OM wie gewöhnlich $= R$; so ist:

$$tang\ AOM = \frac{P \sin x}{R - P \cos x} = \frac{\frac{P}{R} \sin x}{1 - \frac{P}{R} \cos x}$$

und wenn AOM nur sehr klein ist, so kann man statt der Tangente den Bogen selbst nehmen, folglich:

$$AOM = \frac{P}{R} \sin x \left(1 - \frac{P}{R} \cos x\right)^{-1}$$

$$= \frac{P}{R} \sin x \left(1 + \frac{P}{R} \cos x + \left(\frac{P}{R}\right)^2 \cos^2 x + \left(\frac{P}{R}\right)^3 \cos^3 x + \ldots\right)$$

wovon das erste Glied hinlängliche Genauigkeit verschafft. Die gesuchte Reduction in Secunden ist daher $\pm \frac{P \sin x}{R \sin 1''}$; es ist aber $\sin x = \frac{Am}{AM}$ und nachdem Am ein für allemal $= r'$ beim Signale zur rechten, r'' beim Signale zur linken Hand ist; so wird die Reduction rechts $\pm \frac{r'}{R \sin 1''}$ und beim Signale links $\pm \frac{r''}{L \sin 1''}$. Ob das Zeichen + oder — in einem solchen Falle gelten soll, wird immer aus der Figur und den Elementen erhellen, welche der Triangulator in seinem Feld-Manuale eingetragen hat.

§. 28. Es sei abermals $R = 10000$ und $L = 20000$ Klafter, dann $r' = 0{,}2$ ausserhalb und $r'' = 0{,}5$ Klafter innerhalb des beobachteten Winkels, so ist

$comp \log \sin 1''$	$= 5{,}3144251$		$= 5{,}3144251$
$\log r'$	$= 9{,}3010300$	$\log r''$	$= 0{,}6989700$
$comp \log R$	$= 6{,}0000000$	$comp \log L$	$= 5{,}6989700$
	$0{,}6154551$		$1{,}7123651$
	$-4'',125$		$+5'',156$

also die gesuchte Reduction $+ 1'',031$

§. 29. Wenn die beobachteten, und durch die bisher angegebenen Reductionen verbesserten Winkel sonst von jedem andern Fehler frei wären; so müsste in jedem Polygone die Summe der um den Mittelpunkt desselben gelegenen Winkel genau 360 Grad betragen, und die Summe der Winkel in jedem einzelnen Dreiecke genau 180 Grad, mehr den sphärischen Excess ausmachen. Dieser günstige Fall wird jedoch selten oder niemals eintreten.

Die Abweichung von diesen Angaben gibt jedoch den Beobachtungsfehler im Polygone oder im Dreiecke zu erkennen, und es würde nur darauf ankommen, diesen Fehler mit Zuverlässigkeit für jeden einzelnen Winkel zu ermitteln. Eine bestimmte Norm zu dieser Ermittlung anzugeben, wird bei der Verschiedenheit der Fehlerursachen in den Beobachtungen der einzelnen Winkel um so weniger möglich, als dieselben oft ganz im entgegengesetzten Sinne auf die erhaltenen Beobachtungs-Resultate einwirken. Indess kann folgende Betrachtung für die Mittelpunkte der Polygone in manchen Fällen, und nach Umständen modificirt, eine Anwendung finden.

§. 30. Wären nämlich A, B, C und D die um den Mittelpunkt eines Polygons gelegenen Winkel mit dem Beobachtungsfehler e versehen, so ist

$$(1) \qquad A + B + C + D = 360 \pm e$$

Nimmt man nun dA, dB, dC, dD als die zu ermittelnden Correctionen ihrer

entsprechenden Winkel, so werden, im Falle der Beobachtungsfehler bei einem jeden im gleichen Sinne begangen wurde, oder wenn in Ermanglung näherer Angaben, diese Voraussetzung gemacht werden müsste, die Fehler der einzelnen Winkel im Verhältnisse zu dem Gesammtfehler e, und im entgegengesetzten Sinne, zur Anzahl ihrer Beobachtungen α, β, γ, δ stehen, das ist: μ als gemeinschaftlicher und zu bestimmender Factor betrachtet, wird

$$dA = \frac{\mu e}{\alpha},\; dB = \frac{\mu e}{\beta},\; dC = \frac{\mu e}{\gamma},\; dD = \frac{\mu e}{\delta}$$

und die Summe der einzelnen Correctionen

$$(2) \qquad dA + dB + dC + dD = \mp e$$

oder statt dieser Correctionen ihre Werthe

$$\mu = \frac{\mp \alpha\beta\gamma\delta}{\alpha\beta\gamma + \alpha\beta\delta + \alpha\gamma\delta + \beta\gamma\delta}$$

bestimmt, so werden die hierauf einzeln corrigirten Winkel

$$A' + B' + C' + D' = 360''$$

betragen.

Wollte man auf diese Weise die Werthe gewisser Winkel noch anders bestimmen, so nehme man die direct gemessene Summe oder Differenz zweier Winkel, zum Beispiele $E = A + B$. Durch Substitution in die Gleichungen (1), (2) wird

$$(3) \qquad E + C + D = 360^\circ \pm e' \quad \text{und}$$

$$(4) \qquad dE + dC + dD = \mp e' \quad \text{oder}$$

$$(4') \qquad dC + dD = \mp e' - dE;$$

statt dE den Werth $dA + dB$ gesetzt, erhält man

$$(2') \qquad dC + dD = \mp e - dA - dB$$

und
$$dA + dB - dE = \pm e' \mp e = \tau$$

da hierdurch ferner $dA = \frac{\mu\tau}{\alpha}$, $dB = \frac{\mu\tau}{\beta}$ und $- dE = \frac{\mu\tau}{\varepsilon}$, so wird

$$\mu\left(\frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\beta} + \frac{1}{\varepsilon}\right) = \pm 1$$

endlich
$$\mu = \frac{\pm \alpha\beta\varepsilon}{\alpha\beta + \alpha\varepsilon + \beta\varepsilon}$$

als Factor für diesen Fall, und dient zur Bestimmung von dA, dB und dE, da die Beobachtungsfehler e' und e bekannt sind; eben so wird, aus den Gleichungen (4'), (2')

$$dC + dD = \mp e' - dE = \tau'$$

$$dC = \frac{\mu'\tau'}{\gamma},\ dD = \frac{\mu'\tau'}{\delta}$$

endlich

$$\mu' = \mp \frac{\gamma\delta}{\gamma + \delta}$$

Wo also dieses Verfahren anwendbar ist, werden die Correctionen ohne Willkühr und der Art ausgeführt, dass sie der Anforderung von 360° vollkommen entsprechen.

§. 31. Die Berechnung der Dreiecke mit den durch die Reductionen erhaltenen sphärischen Winkeln wird gegenwärtig allgemein von den Messkünstlern beinahe aller Nationen nach der Theorie *Legendre's* ausgeführt, da ihre Einfachheit und Genauigkeit den Vorzug vor der Methode De *Lambre's* oder der Sehnen-Methode verdient. Sie gründet sich auf das Princip, dass jedem sphärischen Dreiecke mit schwach gekrümmten Seiten immer ein geradliniges Dreieck entspreche, dessen Seiten dieselbe Länge haben, und dessen Winkel den entsprechenden Winkeln des sphärischen Dreieckes gleich seien, sobald jeder der letztern um ein Drittel des Excesses ihrer Gesammtsumme über 180 Grad vermindert wird.

Nachdem aber bisher in der Berechnung des Dreieckssystems der Monarchie die Sehnen-Methode befolgt wurde, so wird dieselbe der Gleichheit wegen auch für die Folge anzuwenden sein. Nach dieser Methode werden die gemessenen sphärischen Winkel auf die Sehnen- oder Corden-Winkel reducirt, und die Berechnung der solchergestalt durch die Sehnen gebildeten Dreiecke nach den Grundsätzen der geradlinigen Trigonometrie aufgelöst.

§. 32. Die Reduction auf die Corden wird durch folgende Formel erhalten:

$$K^2 \cot A \left(\frac{1}{8\,\varrho^2 \sin 1''}\right) - \frac{RL \sin A}{2} \left(\frac{1}{2\,\varrho^2 \sin 1''}\right)$$

wo A jedesmal den beobachteten und bisher reducirten sphärischen Winkel,
K die diesem Winkel gegenüberstehende Seite,
R und L die Entfernungen zum Signale rechts und links,
ϱ den Halbmesser der Erde in Klaftern für den Grad der Breite bezeichnet, wo sich der gemessene Winkel befindet.

Zur Erleichterung der Rechnung werden die Factoren $\frac{1}{8\,\varrho^2 \sin 1''}$ und $\frac{1}{2\,\varrho^2 \sin 1''}$ zu Constanten gemacht. Es ist nämlich bei 48 Grad Breite und bei der Annahme von $\frac{1}{310}$ der Abplattung der Erde $\log \varrho = 6{,}5258306$, daher:

$$2\ comp\ log\ \varrho'' = 6{,}94834 \quad \ldots\ldots \quad = 6{,}94834$$
$$comp\ log\ sin\ 1'' = 5{,}31443 \quad \ldots\ldots \quad = 5{,}31443$$
$$comp\ log\ 2 = 9{,}69897 \qquad comp\ log\ 8 = 9{,}09691$$
$$log\ const\ I = 1{,}96174 \qquad log\ const\ II = 1{,}35968$$

Nachdem in dieser Berechnung für den Werth des Erdhalbmessers keine besondere Schärfe erforderlich ist, so kann der hier angenommene Werth durchgehends beibehalten werden. Rücksichtlich der Formel selbst darf übrigens nicht unbeachtet bleiben, dass im Falle der Winkel A grösser als 90^0 wird, die Cotangente und mit ihr das ganze erste Glied negativ wird.

§. 33. Ist diese Reduction auf die Corden in allen drei Winkeln eines Dreieckes geschehen, so muss offenbar die Summe der einzelnen Reductionen dem ganzen sphärischen Excesse im Dreiecke gleich sein; wodurch also die Berechnung selbst ihre Controlle erhält. Wird der sphärische Excess im ganzen Dreiecke S genannt, so ist die Formel zur Berechnung desselben folgende:

$$S = RL\ sin\ A \left(\frac{1}{2\ \varrho^2\ sin\ 1''}\right)$$

Betrachtet man nun die Formel für die Reduction auf die Corden, so geht hervor, dass das zweite Glied derselben bloss den halben Ausdruck des sphärischen Excesses, das ist $\frac{1}{2} S$ vorstellt, was zur Erleichterung der Rechnung wesentlich beiträgt; denn ist der sphärische Excess im Dreiecke einmahl berechnet und wird das erste Glied der Corden-Reductionen φ genannt, so ist die Reduction jedes einzelnen Winkels gleich $\varphi - \frac{1}{2} S$, wo bloss der Werth für φ zu suchen ist.

§. 34. Um ein Beispiel einer solchen Reduction der Winkel auf die Corden zu geben, seien in einem Dreiecke ABC die Winkel (Taf. X Fig 2)

$$A = 55^0.30'.30'',80 \qquad log\ a = 4{,}30557$$
$$B = 46.\ 2.59\ ,40 \qquad log\ L = log\ b = 4{,}24678$$
$$C = 78.26.33\ ,00 \qquad log\ R = log\ c = 4{,}38059$$
$$180.\ 0.\ 3\ ,20$$

so ist der sphärische Excess im Dreiecke mit dem Winkel A

$$log\ const\ I = 1{,}96174$$
$$log\ R = 4{,}38059$$
$$log\ L = 4{,}24678$$
$$log\ sin\ A = 9{,}91604$$
$$log\ S = 0{,}50515$$
$$S = 3'',200 \qquad \tfrac{1}{2}S = 1'',600$$

und die Reduction für jeden einzelnen Winkel wird folgende sein:

	A		*B*		*C*
$\log const\ II$	$= 1{,}35968$		$= 1{,}35968$		$= 1{,}35968$
$2 \log a$	$= 8{,}61115$	$2 \log b$	$= 8{,}49357$	$2 \log c$	$= 8{,}76118$
$\log \cot A$	$= 9{,}83699$	$\log \cot B$	$= 9{,}98408$	$\log \cot C$	$= 9{,}31071$
$\log \varphi$	$= 9{,}80782$		$9{,}83733$		$9{,}42157$
φ	$= +0'',642$		$+0'',688$		$+0'',270$
$-\frac{1}{2} S$	$= -1{,}600$		$-1{,}600$		$-1{,}600$
Reduction	$-0'',958$		$-0'',912$		$-1'',330$

wornach die Summe dieser drei Reductionen den sphärischen Excess $3'',200$ genau gibt.

§. 35. Hat man dergestalt den sphärischen Excess in jedem Dreiecke ermittelt, und die sphärischen zu Corden-Winkeln reducirt, so werden die erhaltenen Resultate zu der im §. 29 vorgezeichneten Untersuchung in Vergleich gestellt. Hat der Calculator die Beobachtungsfehler in den Dreiecken geschickt und glücklich vertheilt, so wird auch jetzt die Summe der Winkel um die Mittelpunkte der Dreiecks-Polygone mit Zuzählung ihrer ermittelten Corden-Reduction der Anforderung von 360^0; die Summe der drei Corden-Winkel aber, jener von 180 Graden entsprechen, oder ihr wenigstens sehr nahe kommen; wo nicht, so muss derselbe das Fehlende noch ergänzen und dabei mit aller Vorsicht zu Werke gehen, damit die Correctionen nicht zu bedeutend ausfallen, und nachtheilige Folgen auf die nebenliegenden Polygone ausüben; aus derselben Ursache muss auch stets die Verlässlichkeit der Beobachtung der einzelnen Winkel berücksichtiget, und jene, deren Genauigkeit erkannt ist, so viel möglich ungeändert beibehalten werden.

Bei dem Vorgange in dieser Ausgleichung wird es nothwendig, die Rand- oder eigentlichen Polygonswinkel eines einmal ausgeglichenen Polygons, welche Mittelpunktswinkel der nächstanliegenden Polygone bilden, als fest oder unabänderlich anzunehmen, da man sonst zu keinem Ende gelangen würde.

Zeigt jedoch der Verfolg der Ausgleichung eine Unzulässigkeit dieser Annahme, so muss die Ausgleichung von Neuem beginnen, bis endlich das ganze zusammenhängende Netz den nöthigen Bedingungen entspricht.

§. 36. Nun werden die Dreiecks-Seiten mit den auf diese Weise auf 180^0 ausgeglichenen Corden-Winkeln berechnet, und die Resultate dieser Berechnung mit jenen Seiten verglichen, deren man sich anfangs bei der Winkel-Reduction bedient hat. Würden sich solche Differenzen herausstellen, dass sie auf diese Reductionen bereits einen merklichen Einfluss ausüben, was einige Beurtheilung und Uebung im Calcul, auf der Stelle zu erkennen

gibt, so muss die Berechnung der Reductionen mit den neu erhaltenen Seiten wiederholt und die wieder modificirten Winkel durch eine neue Vertheilung des Beobachtungsfehlers ausgeglichen werden. Am Ende werden die so bezeichneten und ausgeglichenen Dreiecke in das Dreiecksregister eingetragen.

§. 37. Bei den Nebendreiecken, welche kein zusammenhängendes Netz bilden, geschieht die Berechnung ganz so wie bei den Hauptdreiecken, nur unterbleibt bei solchen die Reduction auf die Corden wegen ihrer gewöhnlich kleinen Seiten, so wie die Vertheilung des Observationsfehlers, da der dritte Winkel ohnediess bloss geschlossen wird.

§. 38. Wenn die Vertheilung des Observations-Fehlers ihre völlige Richtigkeit hat, so müssen in einem Dreiecksnetze die von verschiedenen Seiten oder von zwei gemessenen Basen her gerechneten Abstände der Punkte ein und dasselbe Resultat geben. Dieser Fall wird sich nach den bisher vorgezeichneten Operationen manchmal annähernd, aber selten ganz übereintreffend ereignen. Es wird daher zur Erreichung jeder Vollständigkeit eine neue Vertheilung und Ausgleichung für das Netz erforderlich.

§. 39. Diese Ausgleichung, wo alle Winkel eines Netzes ihren Anforderungen entsprechen und überdiess die Seiten, von wo immer her gerechnet, genau dasselbe Resultat geben müssen, ist auf folgende Eigenschaften der Polygone gegründet.

In einem jeden aus Dreiecken zusammengesetzten Polygone, wo der gemeinschaftliche Scheitel der ersteren im Polygone selbst ist, haben die Winkel am Umfange des Polygons die Beschaffenheit, dass die Summe von den Logarithmen der Sinusse der rechtsseitigen Winkel, der Summe von den Logarithmen der Sinusse der linksseitigen Winkel gleich ist. Es wäre (Taf. X Fig. 8) *A B C D E F* ein zum Beispiel aus sechs Dreiecken zusammengesetztes Polygon, deren Scheitel in den gemeinschaftlichen Mittelpunckt *O* fallen, so ist, wenn man die Umfangswinkel a, b, c, d und s. w. die rechten und a', b', c', d' und s. w. die linksseitigen heisst,

$$OA \sin a = OB \sin a'$$
$$OB \sin b = OC \sin b'$$
$$OC \sin c = OD \sin c'$$
$$OD \sin d = OE \sin d'$$
$$OE \sin e = OF \sin e'$$
$$OF \sin f = OA \sin f'$$

und $OA.OB.OC.OD.OE.OF. \sin a. \sin b. \sin c. \sin d. \sin e. \sin f$
$= OB.OC.OD.OE.OF.OA. \sin a'. \sin b'. \sin c'. \sin d'. \sin e'. \sin f'$; daher
$\sin a. \sin b. \sin c. \sin d. \sin e. \sin f = \sin a'. \sin b'. \sin c'. \sin e'. \sin f'$ und
$\log \sin a + \log \sin b + \log \sin c + \log \sin d + \log \sin e + \log \sin f$
$= \log \sin a' + \log \sin b' + \log \sin c' + \log \sin d' + \log \sin e' + \log \sin f'$,

Diese Eigenschaft ist nicht nur für Polygone gültig, deren Dreiecke in einer Ebene, sondern trifft auch bei jenen ein, deren Dreiecke in verschiedenen Ebenen liegen, sobald sie nur ihre Scheitel in einem gemeinschaftlichen Punkte haben.

§. 40. Fällt jedoch dieser Punkt C (Taf. X Fig. 9) ausserhalb des Polygons $AEFDBA$, so dass die beiden Dreiecke ABC und BCD auf die Dreiecke AEC, ECF und FDC fallen, so ist, wenn die Winkel dieser letzteren wieder mit $a, a'; b, b'; c, c';$ und die Winkel der ersteren mit $\alpha, \alpha'; \beta, \beta'$ benannt sind, nach der vorerwähnten Eigenschaft der Polygone,

$$\log\sin a + \log\sin b + \log\sin c + \log\sin\beta' \log\sin\alpha'$$
$$= \log\sin a' + \log\sin b' + \log\sin c' + \log\sin\beta \log\sin\alpha$$

nachdem $ABDC$ nichts anders als den um den Mittelpunkt C nach einwärts umgelegten Theil des ganzen Polygons $AEFDB$ ausmacht,

oder
$$(\log\sin a + \log\sin b + \log\sin c) - (\log\sin\alpha + \log\sin\beta)$$
$$= (\log\sin a' + \log\sin b' + \log\sin c') - (\log\sin\alpha' + \log\sin\beta')$$

welche Gleichung auch auf folgende Art erhalten wird.

Man betrachte nämlich die Figuren $AEFDC$ und $ABCD$ als gehörten sie zu zwei Polygonen, die einen gemeinschaftlichen auf die Seiten DC und CA gestützten Theil haben, dessen Summe der Logarithmen der Sinusse rechts $= m$ und jene links $= n$ wäre, so ist

$$\log\sin a + \log\sin b + \log\sin c + m = \log\sin a' + \log\sin b' + \log\sin c' + n$$
und
$$\log\sin\alpha + \log\sin\beta + m = \log\sin\alpha' + \log\sin\beta' + n$$

wo durch die Subtraction der unteren Gleichung wieder die vorher erwähnte zum Vorschein kömmt.

§. 41. Der Unterschied in der Summe der Logarithmen der Sinusse auf der einen und der andern Seite bestimmt daher den Werth um welchen jeder Winkel am Umfang verbessert werden muss, und zur nähern Beleuchtung diene folgendes Beispiel:

Es wäre das Polygone $ABCDEF$ (Taf. X Fig. 8) nach den frühern Paragraphen der Art beschaffen, dass die sphärischen Winkel um den Mittelpunkt O genau 360° und die Summe der folgenden Corden-Winkel eines jeden Dreieckes genau 180° ausmache, so wäre bei folgender Annahme der Winkel

Δ N	Winkel	Log. der Sinusse.	Log. Differenz.	Vom *log. sin.* zu subtrahirende Propor. Theile.	Winkel	Log. der Sinusse.	Log. Differenz.	Dem *log. sin.* zu addirende Propor. Theile.
I	$a = 67^\circ.33'.40'',61$	9,9658074	87	— 3	$a' = 65^\circ.25'.\ 3'',19$	9,9587376	96	+ 3
II	$b = 64.55.34,52$	9,9570149	98	— 3	$b' = 45.51.36,09$	9,8559070	205	+ 6
III	$c = 70.13.42,41$	9,9736121	76	— 2	$c' = 56.56.54,09$	9,9233369	137	+ 4
IV	$d = 64.\ 4.34,51$	9,9539416	102	— 3	$d' = 63.39.12,49$	9,9523692	105	+ 3
V	$e = 33.49.\ 0,31$	9,7454953	314	— 9	$e' = 64.37.53,59$	9,9559625	100	+ 3
VI	$f = 67.31.27,85$	9,9656919	87	— 3	$f' = 55.21.24,28$	9,9152454	145	+ 4
	$A =$	9,5615632	764	—23	$B =$	9,5615586	788	+23
		—23				+ 23		
		9,5615609				9,5615609		

Die Summe der Logarithmen der Sinusse A ist hier um 46 grösser als jene B. Um diesen Unterschied so zu vertheilen, dass jeder Winkel dieselbe Aenderung erhalte, wird man mit der Summe der logarithmischen Differenzen $764 + 788 = 1552$ folgende Proportion aufstellen können: $1552 : 10 = 46 : x$ woraus $x = 0'',30$ als Correction, welche bei den Winkeln a, b, c,.... abgezogen, und bei jenen a', b', c',....hinzu addirt werden muss. Spricht jedoch irgend eine besondere Verlässlichkeit für ein und den andern Winkel, so wird diese Correction mehr auf jene geworfen, die einer solchen ermangeln.

§. 42. Auf diese Weise wird von Polygon zu Polygon fortgefahren bis das ganze Netz vollständig ausgeglichen ist.

Würde der Fall eintreten, dass zum Beispiel der Punkt D zugleich der Mittelpunkt eines andern Polygons wäre, so wären die Winkel der zwei Dreiecke III und IV beiden Polygonen gemeinschaftlich, und hätte man in dem zweiten Polygone das früher erwähnte Verfahren beobachtet, wornach sich für diese Winkel eine von der ersten abweichende Correction herausstellen würde, so ist das Mittel beider Correctionen zu nehmen, und das erübrigende in mehr + oder weniger — würde man der Correction der andern Winkel beider Polygone zugeben müssen.

Ueberhaupt aber wird besonders viel von der Geschicklichkeit und dem Ueberblicke des Calculators abhängen, der, um eine Ausgleichung dieser Art mit möglichster Zeitersparniss auszuführen, sich vorher die Correctionen von allen einzelnen Polygonen ermitteln und sodann mit Einsicht beurtheilen muss, wie dieselben in jedem einzelnen vertheilt werden sollen, um jeder Anforderung zu entsprechen.

§. 43. Das vollständig ausgeglichene Triangulirungsnetz wird sodann noch einmahl berechnet und das erhaltene Endresultat wiederholt in ein Dreiecksregister eingetragen.

Zweites Capitel.

Von der Berechnung der Höhen-Unterschiede und absoluten Höhen durch Zenithdistanzen.

§. 44. Die Höhen aller Punkte eines Dreiecksnetzes über der Meeresfläche zu kennen, liegt sowohl im Interesse des Staates als der Wissenschaft selbst, und gewährt einen unverkennbaren Nutzen bei der Entwerfung technischer Unternehmungen, so wie bei der Erhebung topografischer Materialien.

Ist die Höhe eines einzigen Punktes über der Meeresfläche bekannt, so lassen sich, von demselben anfangend, durch die Zenithdistanzen die Höhen-Unterschiede, und sonach die absoluten Höhen, nämlich die Höhe über der Meeresfläche eines jeden andern Punktes ermitteln (I. Theil §. 147).

§. 45. Zur Berechnung der Höhenunterschiede der trigonometrischen Punkte durch Zenithdistanzen, haben letztere einige Reductionen nöthig, da die Höhen selbst auf den natürlichen Boden sich beziehen müssen, wie schon gesagt wurde. In der Ausübung steht gewöhnlich das Instrument, mit welchem sie beobachtet werden, über dem Boden, daher statt in A (Taf. X Fig. 10) in a, so dass anstatt der gesuchten Zenithdistanz ZAB die falsche ZaB gemessen sein wird. Man hat aber $ZAB = ZaB - aBA$, woraus ersichtlich, dass aBA die Reduction der beobachteten Zenithdistanz ist, welche *die Reduction auf den natürlichen Boden* heisst. Eben so müsste bei diesen Reductionen berücksichtiget werden, ob anstatt des natürlichen Bodens des Zeichens B die Spitze b, oder selbst ein anderer Punkt derselben beobachtet worden wäre; denn die gesuchte Zenithdistanz ZAB wäre in diesem Falle $= Zab + baB - aBA$.

§. 46. Zur Auffindung des Werthes dieser Winkel baB und aBA fälle man (Taf. X Fig. 12) in dem Dreiecke abp von p auf ab die senkrechte pM, so ist: $pM = ap \sin pab$; $aM = ap \cos pab$; $bM = ab - ap \cos pab$; ferner ist,

$$\text{tang } pba = \frac{pM}{bM} = \frac{ap \sin pab}{ab - ap \cos pab} = \frac{\frac{ap}{ab} \sin pab}{1 - \frac{ap}{ab} \cos pab}$$

$$= \frac{ap}{ab} \sin pab \left(1 - \frac{ap}{ab} \cos pab\right)^{-1} = \frac{ap}{ab} \sin pab + \tfrac{1}{2} \left(\frac{ap}{ab}\right)^2 \sin 2\, pab + \ldots$$

und weil der Winkel pab sehr klein ist, wird der Winkel

$$pba = \frac{ap \sin pab}{ab \sin 1''} + \tfrac{1}{2} \left(\frac{ap}{ab}\right)^2 \frac{\sin 2\, pab}{\sin 1''} + \ldots.$$

Ist nun $ap = bB = H$ der Höhe des Zeichens von dem visirten Punkte bis an den natürlichen Boden, $ab = K$ die Entfernung, und $pab = D$ die beobachtete Zenithdistanz, so wird auch die gesuchte Reduction in Secunden

$$\frac{H \sin D}{K \sin 1''} + \frac{1}{2}\left(\frac{H}{K}\right)^2 \frac{\sin 2\,D}{\sin 1''} + \ldots.$$

wo immer das erste Glied hinlänglich ist.

Auf ähnliche Weise wird die Reduction für die Höhe des Instrumentes am Standorte $= \frac{h \sin D}{K \sin 1''}$ gefunden, wo h eben diese Höhe des Instrumentes über dem natürlichen Boden bedeutet. Die gesuchte Reduction auf den natürlichen Boden ist daher $\pm \frac{(H-h) \sin D}{K \sin 1''}$. Ein Beispiel dieser Reduction kommt im §. 56 bei der Berechnung des Höhen-Unterschiedes zweier Punkte vor.

§. 47. Es ist bereits im §. 148 des ersten Theiles gesagt worden, dass bei einer kleinen Abweichung des Instrumentenstandes von der Achse des Signals, keine Centrirung erforderlich sei; in Fällen jedoch, wo darauf Rücksicht genommen werden müsste, ist Folgendes dabei zu beobachten:

Es sei überhaupt O (Taf. X Fig. 13) der Standort des Beobachters; COF dessen Horizont; Z sein Zenith; A die beobachtete Spitze des Signals und B der Mittelpunkt des Zeichens am Standorte. Hier wird offenbar die in O beobachtete Zenithdistanz ZOA um den Winkel OAC zu klein sein. Aber es ist: $AC : \sin AOC = CO : \sin CAO$, wo $\sin AOC = \cos ZOA = \cos D$ und $CO = BO \cos (180^\circ - BOF) = - r \cos BOF = - r \cos y$, wenn r die Entfernung des Kreis-Mittelpunktes vom Mittelpunkte der Station, und y der Directions-Winkel BOF ist. Es wird sonach

$$\sin CAO = \frac{CO \sin AOC}{AC} \text{ und } CAO = \frac{r \cos y \cos D}{K \sin 1'}$$

Die gesammte Reduction einer jeden beobachteten Zenithdistanz auf den natürlichen Boden und auf das Centrum wird also sein:

$$\text{(I)} \qquad \pm \frac{r \cos y \cos D \pm (H-h) \sin D}{K \sin 1''},$$

wo wieder die Zeichen der trigonometrischen Funktionen besonders zu beobachten sind, weil diese bestimmen, ob die Reductionen abgezogen oder addirt werden müssen. Hiebei wird es noch dienlich sein, die Elemente, welche der Triangulator in seinem Manuale eingetragen hat, vor Augen zu haben.

§. 48. Sind einmal die eben angegebenen Reductionen der Zenithdistanzen geschehen, so hat man noch die nöthigen Bemerkungen über die Wirkung der Refraction (Strahlenbrechung) vorauszuschicken, ehe man zur Berechnung der Höhen-Unterschiede schreitet.

Wenn C (Taf. X Fig. 11) den Mittelpunkt der Erde, A und B zwei Dreiecks-Punkte, und $ZAB = d$ den Winkel zwischen dem Zenith des Zeichens A und dem Punkte B, dann $VBA = d'$ den Winkel zwischen dem Zenith des Zeichens B und dem Punkte A vorstellen, so ist:

$$ZAB = 180^\circ - BAC$$
$$VBA = 180^\circ - ABC$$
$$ZAB + VBA = 360^\circ - (BAC + ABC)$$
$$= 360^\circ - (180^\circ - C)$$

und folglich $d + d' = 180^\circ + C$, und $C = d + d' - 180^\circ$

Also ist die Summe zweier gegenseitigen Zenithdistanzen immer um jenen Winkel grösser als 180°, den der Bogen zwischen beiden Signalen als Mittelpunkts-Winkel der Erde misst. Wenn nun keine Refraction bestünde, würden die beobachteten Zenithdistanzen, und die bekannte horizontale Entfernung der Punkte A und B hinlänglich sein, ihre Höhen-Unterschiede zu berechnen.

§. 49. Die Refraction besteht darin, dass ein Lichtstrahl von B nach A (Taf. X Fig. 11) nicht in einer geraden Linie, sondern bei dem gewöhnlichen Zustande der Atmosphäre, einige seltene Fälle ausgenommen, in einer in der Ebene ACB liegenden und nach oben convexen krummen Linie BmA gelangt. Im Punkte A ist die Richtung dieses Lichtstrahles die der Tangente von AmB, welche hier durch AB' angedeutet ist; der Punkt B von A aus gesehen, scheint daher auf der Linie AB', mithin höher als B zu liegen. Anstatt also die wahre Zenithdistanz $ZAB = Z$ zu messen, findet man bloss eine scheinbare $ZAB' = d$, welche von ZAB um den Winkel BAB', verschieden ist.

Nennt man nun die Refraction während der Beobachtung in A, oder den Winkel BAB', r, und den Winkel ABA', r', so ist:

$$ZAB = ZAB' + B'AB = Z = d + r$$
$$VBA = VBA' + A'BA = Z' = d' + r'$$
$$ZAB + VBA = d + r + d' + r' = 180^\circ + C$$
$$r + r' = 180^\circ - (d + d') + C$$

und da man ohne merklichen Fehler $r = r'$ annehmen kann, so ist

$$\text{(II)} \qquad 2r = 180^\circ - (d + d') + C$$
$$r = 90^\circ - \tfrac{1}{2}(d + d') + \tfrac{1}{2} C = \tfrac{1}{2} C - \tfrac{1}{2}(d + d' - 180^\circ)$$

Da aber die Erfahrung verbunden mit der Theorie bewiesen hat, dass der Refractions-Winkel r bei dem nämlichen Zustande der Luft zu C proportionel ist, so hat man

$$\text{(III)}\qquad \frac{r}{C} = \frac{\frac{1}{2} C - \frac{1}{2}(d + d' - 180^0)}{C} = \frac{C - (d + d' - 180^0)}{2C} = n$$

Durch diese Formel kann man jede terrestrische Refraction, welche sich bei der Beobachtung zweier gegenseitigen Zenithdistanzen ergibt, in Theilen des Bogens ausdrücken.

§. 50. Dieses Verhältniss von $\frac{r}{C} = n$ heisst der *Coefficient der Refraction*, und da dasselbe nach der Erfahrung sowohl von dem Stande der Atmosphäre, wie schon gesagt worden ist, als von den absoluten Höhen abhängt, so ist derselbe eine veränderliche Grösse, dessen Werth bezüglich der Höhen, die folgende Tafel enthält.

Argument Höhen über dem Meere in Klaftern.	n
von 0 bis 100	0,09
101 „ 300	0,08
301 „ 600	0,07
601 „ 1200	0,06
1201 „ 2000	0,05

§. 51. Ueberdiess ist zu beachten, dass der Ausdruck $C = d + d' - 180^0$, (§. 48) nur dann gültig wäre, wenn die Erde als eine Kugel betrachtet würde. Da sie aber eine eliptische Sphäroide ist, so muss man $C = \frac{K}{\varrho \sin 1''}$ annehmen, wo K die Entfernung der zwei entgegengesetzten Punkte, deren Zenithdistanzen beobachtet worden sind, und ϱ den Halbmesser der Erde, oder besser die Normale an dem Orte des Beobachters bedeutet.

Man sieht, dass $\frac{1}{\varrho \sin 1''}$ als beständige Grösse betrachtet werden kann, und somit wird jede Entfernung K in Bogen-Secunden verwandelt, wenn man zum *log* K den *log* $\frac{1}{\varrho \sin 1''}$ addirt, und aus der Summe die derselben entsprechende Zahl aufsucht.

Nach §. 32 ist:

$$comp\ log\ \varrho = 3{,}4741694$$
$$comp\ log\ sin\ 1'' = 5{,}3144251$$

also *log Constant* $\qquad log \frac{1}{\varrho \sin 1''} = 8{,}7885945$

§. 52. Wenn nun zwischen zwei Punkten die gegenseitigen Zenithdistanzen — oder die Zenithdistanz des einen über dem Horizont des andern —

beobachtet, und wie oben (§. 47) reducirt sind, wird der Höhen-Unterschied dN folgenderweise berechnet.

Für den ersten Fall, dass die gegenseitigen Zenithdistanzen d und d', gegeben sind, hat die Refraction keinen Einfluss, und in der Voraussetzung, dass $d > d'$ sei, ist die vollständige Formel

$$\text{(IV)} \qquad dN = \frac{K \sin \frac{1}{2}(d - d')}{\cos \frac{1}{2}(d - d' + C)} = \frac{K}{\cos \frac{1}{2} C} \tan g \tfrac{1}{2}(d - d')$$

Da aber die Zenithdistanzen gewöhnlich wenig von 90^{0} abweichen, und der Winkel C zwischen den Verticalen CA, CB den Werth von 25 Minuten selten überschreitet, wornach man ihn fast immer vernachlässigen kann, ohne zu befürchten einen bedeutenden Fehler zu machen, so genügt in der Anwendung die Formel

$$\text{(IV')} \qquad dN = K \tan g \tfrac{1}{2}(d - d')$$

§. 53. In dieser Formel aber darf nicht der aus dem sphärischen Dreiecke bestimmte Werth der Entfernung zwischen den beiden Stations-Punkten A und B, sondern die Corde des Bogens der kürzesten Entfernung gebraucht werden. Nimmt man keine Rücksicht auf den sehr unbedeutenden Unterschied dieser beiden Linien, so geschieht diess, weil derselbe auf die gesuchte Höhe keinen merklichen Einfluss ausübt. Strenge genommen jedoch, soll die Basis K, von der man Gebrauch nimmt, jene sein, die auf das Niveau einer der beiden Stationen, zum Beispiel der niedern begründet ist, und welche etwas länger, als die aus der Dreiecksrechnung erhaltene sein wird, weil letztere dem Meeres-Niveau entspricht.

Im Falle, als auf solchen Umstand Rücksicht zu nehmen wäre, um die möglichst grösste Genauigkeit, besonders dann zu erzielen, wenn es sich um die Nivellirung in hohen Gebirgen handelt, wo die Höhen-Unterschiede der Stations-Punkte bedeutend sind, kann folgende Formel gebraucht werden:

$$dN = \frac{K}{\cos \frac{1}{2} C} \left(1 + \frac{N}{\varrho}\right) \left(1 - \frac{K^2}{24 \varrho^2}\right) \tan g \tfrac{1}{2}(d - d')$$

oder ohne merklichen Fehler

$$dN = \frac{K}{\cos \frac{1}{2} C} \left(1 + \frac{N}{\varrho} - \frac{K^2}{24 \varrho^2}\right) \tan g \tfrac{1}{2}(d - d')$$

wo N die absolute Höhe des niedrigsten Stations-Punktes anzeigt, welchen man wenigstens vorläufig berechnen muss.

§. 54. Für den zweiten Fall, wo nur eine Zenithdistanz beobachtet wurde, hat man den Höhen-Unterschied aus der Formel

$$dN = K \frac{\cos\left(d + r - \frac{C}{2}\right)}{(\sin d + r - C)} \text{ und da } r = nC = \frac{n K}{\varrho \sin 1''}$$

$$dN = K \frac{\cos\,[d - C\,(\frac{1}{2} - n)]}{\sin\,[d - C\,(1 - n)]} = K \frac{\cos\left(d - K \frac{(1 - 2n)}{2\,\varrho \sin 1''}\right)}{\sin\left(d - K \frac{(1 - n)}{\varrho \sin 1''}\right)}$$

oder $$dN = \frac{K}{\cos \frac{1}{2} C} \operatorname{cotang}\left(d - K \frac{(1 - 2\,n)}{2\,\varrho \sin 1''}\right)$$

und weil der Nenner $\cos \frac{1}{2}\, C$ der Einheit nahe kömmt, so ergibt sich

(V) $$dN = K \operatorname{cotang}\left(d - K \frac{(1 - 2\,n)}{2\,\varrho \sin 1''}\right)$$

Statt dieser Formel, wird besonders für Nebenpunkte auch folgende von Laplace dienen können, da sie für den Calcul einfacher und bequemer ist, nämlich:

(V′) $$dN = K \cot d + \frac{K^2}{2\varrho} - \frac{n\,K^2}{\varrho} = K \cot d + K^2 \left(\frac{1 - 2n}{2\varrho}\right)$$

wo das erste Glied bejahend oder verneinend, je nachdem $d <$ oder $> 90^{\circ}$, hingegen das zweite immer bejahend ist.

Dieselbe stellt eben so den von der Sphäroidität der Erde abhängenden Einfluss, nämlich: $\frac{K^2}{2\,\varrho}$, als jenen von der Refraction $\frac{n\,K^2}{\varrho}$ hervorgebrachten in Sichtbarkeit.

Zur Erleichterung der Rechnung dieser Formel kann die folgende Tafel dienen, welche die Logarithmen von $\frac{1 - 2\,n}{2\,\varrho} = q$ mit dem Argument der absoluten Höhen des Observations-Punktes in der Voraussetzung gibt, dass der Refractions-Coefficient n, wie in der Tafel (§. 50), und der Halbmesser der Erde ϱ an der Breite von 48° angenommen sei.

Argument Höhen über dem Meere. in Klaftern.	$\log\left(\frac{1 - 2n}{2\varrho}\right) = \log q$
von 0 bis 100	3,0869533
101 „ 300	3,0974187
301 „ 600	3,1076376
601 „ 1200	3,1176221
1201 „ 2000	3,1273819

In dem Falle, wo die Zenithdistanzen von einem einzigen Punkte aus beobachtet werden, ist es unnütz, dieselben auf den natürlichen Boden zu reduciren, denn es wird genügen die berechneten Höhen-Unterschiede um die Grössen $\mp (H - h)$ einfach zu verbessern, wo dann das Zeichen — oder + gelten wird, je nachdem der Mittelpunkt des Instrumentes am Beobachtungs-Stande, und der visirte Punkt des Signales höher oder tiefer ist als der natürliche Boden, auf welchen sie sich beziehen müssen. Durch die Berechnung der Höhen-Unterschiede aus einfachen Zenithdistanzen wird besonders bei Nebenpunkten die Controlle für die Identität der Objecte erhalten, wie im §. 41 des ersten Theiles bemerkt wurde.

§. 55. Zum Schlusse wird noch die Formel gegeben, welche zur Berechnung der absoluten Höhe eines Ortes dient, von dem aus man die Zenithdistanzen der Oberfläche des Meeres beobachtet hat. Hiebei aber muss vorerst der Coefficient der Refraction bekannt sein.

Wenn man sich von dem Standpunkte A (Taf. X Fig. 10) eine Tangente AB auf der Oberfläche des Meeres gezogen denkt, so wird der Erdhalbmesser $CB = \varrho$ erweislich senkrecht auf AB fallen. Denkt man sich überdiess eine horizontale Linie, oder einen terrestrischen Bogen BA' von dem Punkte B auf die Verticale ZA, so wird die gesuchte Höhe gleich $AA' = N$ sein. Nun ist die wahre Zenithdistanz $ZAB = D =$ der scheinbaren Zenithdistanz d, mehr der Refraction r, das ist $D = d + r$. Das rechtwinkelige Dreieck

$$CBA,\ \text{wo}\ CAB = 90^\circ - C,\quad \text{gibt}\ CB = \frac{\varrho}{\sin(90^\circ - C)} = \frac{\varrho}{\cos C}$$

und da

$$AA' = N = CA - \varrho$$

ist, so ergibt sich hieraus $N = \dfrac{\varrho\,(1 - \cos C)}{\cos C} = \varrho \tang \tfrac{1}{2} C \tang C$

Welche immer die Höhe des Standpunktes sei, so wird die darauf beobachtete Zenithdistanz stets wenig von einem rechten Winkel unterschieden, und desshalb der Winkel C sehr klein sein, so dass $\tfrac{1}{2}\tang C$ statt $\tang \tfrac{1}{2} C$ genommen werden kann, wornach

$$N = \tfrac{1}{2}\,\varrho \tang^2 C$$

wird. Aus dem Grunde aber, dass

$$C = 90^\circ - BAC = 90^\circ - (180^\circ - D) = d + r - 90^\circ = d + nC - 90^\circ$$

ist, wird man (VI) $\quad N = \tfrac{1}{2}\,\varrho \left(\dfrac{1}{(1-n)^2}\right) \tang^2 (d - 90^\circ)$

erhalten, wo man sieht, dass $d - 90^\circ$ der scheinbare Depressions-Winkel ist

§. 56. Um von der Berechnung der vorstehenden Formeln ein Beispiel zu geben, sei der Logarithmus der Dreiecks-Seite $AB = \log K = 4{,}1968456$ und

auf dem Punkte A		auf dem Punkte B	
$D = 92^\circ.25'.14'',90$		$D' = 87^\circ.47'.6'',40$	
$H = 6^{Kl.},52$	$r = 0^{Kl.},00$	$H' = 0^{Kl.},00$	$r' = 0^{Kl.},00$
$h = 0,67$	$\gamma = 0^\circ.0'$	$h' = 0,67$	$\gamma' = 0^\circ.0'$
$H - h = +5,85$		$H' - h' = -0,67$	

Berechnung der Reduction auf den natürlichen Boden
(Formel I §. 47)

comp log sin 1″	= 5,31443		5,31443
comp. log K	= 5,80315		5,80315
log ($H-h$)	= 0,76716 +	*log* ($H'-h'$)	= 9,82607 −
log sin D	= 9,99961	*log sin D'*	= 9,99968
log Reduction	= 1,88435 +		= 0,94333 −
Reduction	+ 1′.16″, 62 . . .		− 0′.8″, 78
D	= 92°.25.14 , 90	D'	= 87°.47.6 , 40
Red. Zenithdist. d	= 92.26.31 , 52	d'	= 87.46.57 , 62

Berechnung der Refraction r und deren Coefficient n
(Formeln II, III §. 49.)

log K	= 4,19685	($d+d'$)	= 180°.13′.29″,14
log const. (§. 51)	= 8,78859	180° − ($d+d'$)	= 13.29 ,14
log C	= 2,98544	C = 967″,03	= 16. 7 ,03
log r	= 1,89735	$2r$	= 2.37 ,89
$\log \frac{r}{C} = \log n$	= 8,91191	r	= 1.18 ,95
n	= 0,08164		

Berechnung des Höhen-Unterschiedes dN zwischen den Punkten A und B durch die gegenseitigen Zenithdistanzen
(Formeln IV, IV′ §. 52.)

$d = 92^\circ.26'.31'',52$	$d-d' = 4^\circ.39'.33'',90$	$C = 16'.7'',03$
$d' = 87.46.57,62$	$\frac{1}{2}(d-d') = 2.19.46,95$	$\frac{1}{2}C = 8.3,51$

(Formel IV)		(Formel IV′)	
log K	= 4,1968456		4,1968456
log tang ½ ($d-d'$)	= 8,6094174		8,6094174
log dN	= 2,8062630	*comp log cos* ½ *C*	= 0,0000012
dN	= $640^{Kl.},122$	*log dN*	= 2,8062642
		dN	= $640^{Kl.},124$

Berechnung des Höhen-Unterschiedes dN zwischen den Punkten A und B wenn bloss die Zenithdistanz von B aus gegeben ist. (§. 54.)

(Formel V)	$d = 87^\circ.46'.57'',62$	(Formel V′)	
$\log K =$	4,19685		4,19685
$comp \log \sin 1'' =$	5,31443	$\log \cot d =$	8,58796 +
$\log q$ (§. 54) $=$	3,09742	$\log I =$	2,78481 +
$\log s =$	2,60870	$2 \log K =$	8,39370
$s = 406'',17 =$	$0^\circ.6'.46'',17$	$\log q$ (§. 54) $=$	3,09742
$(d) =$	87.46.57 , 62	$\log II =$	1,49112
$(d-s) =$	87.40.11 , 55	$I =$	+609$^{Kl.}$28
$\log K =$	4,19685	$II =$	30 , 98
$\log \cot (d-s) =$	8,60949	$dN =$	640 , 26
$\log dN =$	2,80634		

$dN = 640^{Kl.}25$. Die zwei Formeln geben beinahe dasselbe Resultat.

Berechnung der absoluten Höhe N eines Punktes, von welchem aus die Zenithdistanz d der Meeres-Oberfläche beobachtet wurde.

(Formel VI §. 55.)

$d =$	$90^\circ.42'.34'',09$	$2 \log tang (d-90^\circ) =$	6,1856666
n (*Taf.* §. 50) $=$	0,08	$\log \varrho$ (§. 32) $=$	6,5258306
$(1-n) =$	0,92	$comp \log 2 =$	9,6989700
		$2 \; comp \log (1-n) =$	0,0724244
$N =$	304$^{Kl.}$01	$\log N =$	2,4828916

§. 57. Ehe man aber die Berechnung der Höhen-Unterschiede anfängt, ist es zur Vermeidung aller Irrungen nothwendig, dass man sich hiezu ein Dreiecks-Skelett verzeichne, auf welchem die Namen der einzelnen Punkte, an den Dreiecks-Seiten aber die Logarithmen ihrer Länge, und die auf den natürlichen Boden schon reducirten Zenithdistanzen geschrieben werden. Nach beendeter Berechnung werden auch die Höhen-Unterschiede unter den Logarithmen der Seiten-Länge in demselben Skelette mit ihrem Zeichen + oder — eingetragen.

§. 58. In einem gut nivellirten Dreiecke müssen die drei Höhen-Unterschiede, wenn man von einem Punkte über die zwei andern gehet, sich gegenseitig aufheben. Diess gewährt ein Prüfungsmittel für die einzelnen Dreiecke. Ist daher der Unterschied in einem Dreiecke bedeutend, und sonst kein Rechnungsfehler vorgefallen, so wird bei gegenseitig beobachteten Zenithdistanzen der Höhen-Unterschied durch jede einzelne nochmals berechnet, um hiedurch allenfalls die fehlerhafte Zenithdistanz zu entdecken.

§. 59. Wenn die Höhe eines Netzpunktes über der Oberfläche des Meeres bekannt ist, so werden, wie schon gesagt wurde, mittelst der Addition oder Subtraction auch die absoluten Höhen aller übrigen gefunden.

Die absolute Höhe eines Netzpunktes erhält in der Regel zwei Bestimmungen, wenn man in einem Dreiecke zwei Punkte als bestimmt ansieht, in einem Polygon soll immer ein Punkt dreimal bestimmt werden. Diese dreifache Bestimmung gehört jenem Dreiecke zu, in welchem sich die grösste Differenz gezeigt. Ueberhaupt aber soll man trachten, jene Punkte, wo die einzelnen Bestimmungen stark von einander abweichen, durch mehrere nebenstehende sichere Punkte zu bestimmen, und niemals von einem zweifelhaften Punkte die Rechnung weiter führen.

Wird von irgend einem Netzpunkte ausgegangen, sofort durch eine lange Nivellirungs-Linie wieder dahin zurückgekehrt, und man findet die nämliche Höhe wieder, so kann man auf die Güte der Nivellirung schliessen. Diese Linien lassen sich sehr vervielfältigen, und dadurch viele Proben anstellen.

Endlich müssen die Resultate einer trigonometrischen Nivellirung, sammt den schon reducirten Berechnungs-Elementen in dem dazu gehörigen Protokolle eingetragen werden, wo auch ein Skelett beizulegen ist, welches die Verzweigung der Nivellirungs-Linie darstellet.

Drittes Capitel.

Von der Berechnung der Abstände der trigonometrischen Punkte, vom Meridiane und Perpendikel aus dem Netze.

§. 60. Wenn die Seiten aller Dreiecke eines Netzes berechnet sind, so liesse sich dasselbe wohl mittelst der Seiten auf das Papier auftragen, allein durch die unvermeidlich eintretenden Fehler würde bald das ganze Dreiecksnetz verzogen sein, abgesehen, dass dasselbe auch keine Orientirung in Rücksicht der Weltgegenden hätte. Es wird also die Berechnung der Coordinaten von dem Meridian und Perpendickel für die einzelnen Punkte unablässig, indem sie nur auf diese Weise unabhängig von einander in die Blätter der Karten, oder auf den Messtisch sicher aufgetragen, und eben so die Berechnung ihrer geografischen Länge und Breite unmittelbar vorgenommen werden können.

§. 61. Die im Calcul-Bureau angewendete Methode zur Berechnung der Coordinaten mit Hülfe der Dreiecke, ist die einfachste von allen, und bestehet darin, dass in dem trigonometrischen Netze, welches auf einer ebenen Oberfläche betrachtet wird, durch die Scheitel der Dreiecke zu dem Haupt-Meridian und Perpendikel parallele Linien gedacht werden (welche *eingebildete Meridiane und Perpendikel* genannt sind), wodurch nur rechtwinklige

Dreiecke entstehen, deren Hypothenusen die Seiten des Netzes selbst bilden, und deren Katheten entweder die absoluten oder die relativen Coordinaten der Netzpunkte darstellen. Ist daher das Azimuth einer Seite des Netzes, das heisst, der Winkel bekannt, welchen diese Seite mit dem Haupt-Meridiane bildet, so werden von diesem auch die Azimuthe aller übrigen Seiten abgeleitet, wodurch hinlängliche Daten zur Auflösung der bezeichneten, rechtwinkligen Dreiecke und somit zur Bestimmung der gesuchten Coordinaten vorliegen.

Obgleich diese Methode, rücksichtlich der Genauigkeit, keine besondere Schärfe für sich hat, was schon auf der Unthunlichkeit beruht, ein Dreiecksnetz, welches auf einer krummen Oberfläche liegt, auf einer ebenen zu entwickeln, ohne dass hierbei dessen Winkel eine Aenderung erleiden; so ist sie dennoch des Zweckes wegen zulässig, zu welchem diese Abstände benützt werden, da sie nämlich als Basen zu topografischen oder Militair-Aufnahmen zu dienen haben.

§. 62. Zieht man von den Punkten oder Dreiecks-Scheiteln M, M', M'', M''' u. s. w. (Taf. XI Fig. 14.) die Linien MP, $M'P'$, $M''P''$, $M'''P'''$ u. s. w. parallel zu dem Haupt-Meridian NS des Punktes A, so stellen diese Linien die Abstände der Punkte von dem Haupt-Perpendikel QR, dagegen die Linien AP, AP', AP'', AP''', u. s. w. die Abstände vom Meridiane selbst vor.

Durch die Auflösung der Dreiecke APM, $AP'M'$, ergeben sich sonach die absoluten Coordinaten AP, PM, AP', $P'M'$ der Punkte M und M'. Aus der Berechnung des Dreieckes $M'M''b$ werden die relativen Abstände $M'b$, bM'' gefunden, daher für den Punkt M'' die absoluten Coordinaten

$$AP'' = AP' + M'b; \quad P''M'' = P'M' + bM''$$

folgen, eben so werden die absoluten Coordinaten des Punktes M'''

$$AP''' = AP'' + M''d; \quad P'''M''' = P''M'' - M'''d$$

sein, u. s. w.

Aus der blossen Anschauung der Figur geht schon deutlich hervor, dass die relativen Abstände der Punkte vom Meridiane und Perpendikel auf mehreren Wegen bestimmt werden können. Um daher rücksichtlich der Genauigkeit gleich eine Probe zu erhalten, werden die Coordinaten eines jeden Dreiecks-Scheitels auf zweifache Weise, das ist immer mittelst der Coordinaten von den andern zwei Punkten berechnet, und so im Calcul von Dreieck zu Dreieck vorgeschritten.

§. 63. Werden nun ein für allemal, die relativen Abstände eines Punktes vom Meridiane und Perpendikel mit p und m, die bekannte Seite mit K, und das Azimuth oder der Neigungswinkel der Seite K mit dem Meridiane, welcher Winkel von Süd über West von 0° bis 360° gerechnet wird, mit Z bezeichnet; so hat man allgemein

$$p = K \sin Z \qquad m = K \cos Z,$$

woraus zu ersehen ist, dass: wenn $\sin Z$ positiv, der zu suchende Punkt im Westen, im entgegengesetzten Falle aber, im Osten des gegebenen Punktes; ebenso wenn $\cos Z$ positiv, im Süden, hingegen wenn $\cos Z$ negativ ist, im Norden desselben liege.

§. 64. So einfach diese Berechnung der Abstände vom Meridiane und Perpendikel ist, so bleibt doch vorzüglich dabei zu beobachten, dass nicht eine Irrung besonders in Ansehung des Addirens und Subtrahirens geschehe; denn man muss nicht nur auf die Lage der zu berechnenden Punkte, sondern auch auf die Lage desjenigen Punktes, aus welchem die Abstände der übrigen berechnet werden, seine Aufmerksamkeit wenden.

Zur Erleichterung und Vereinfachung der Rechnung hat man also, auf eine bestimmte Entfernung westlich von dem Haupt-Meridane *NS* (Taf. XI Fig. 15) eine Parallele *IT* mit demselben, und eine andere Parallele *IO* zu dem Haupt-Perpendickel *QR*, ebenfalls auf eine bestimmte Entfernung nördlich von demselben gezogen. Die erste Parallele *IT* heisst *der fingirte Meridian*, die zweite *IO der fingirte Perpendikel*; die Entfernungen sind so gross, dass das ganze Dreiecksnetz der österreichischen Monarchie östlich vom fingirten Meridiane und südlich vom fingirten Perpendikel zu liegen kömmt; denn die Entfernung des fingirten vom wahren oder Haupt-Meridian, welcher letztere durch den Stephans-Thurm von Wien geht, beträgt 196800 Wiener Klafter, die Entfernung des fingirten Perpendikels von dem wahren, welcher ebenfalls durch den Stephans-Thurm geht, 278400 Wiener Klafter.

Diese Einrichtung erlaubt nun folgende allgemeine Regel in Ansehung des Addirens und Subtrahirens der zuletzt gefundenen Abstände zu oder von dem vorhergehenden, zu geben, nämlich: Alle Perpendikel werden subtrahirt, wenn das Azimuth, mittelst welchem sie berechnet worden sind, zwischen 0° und 180° beträgt, alle übrigen aber werden addirt. Alle Meridian-Abschnitte werden subtrahirt, wenn das Azimuth zwischen 90 und 270 Grad ist, alle übrigen aber addirt.

Folglich ist:

$\left.\begin{matrix}-p\\+m\end{matrix}\right\}$ wenn das Azimuth zwischen 0° und 90°;

$\left.\begin{matrix}-p\\-m\end{matrix}\right\}$ wenn das Azimuth zwischen 90° und 180°;

$\left.\begin{matrix}+p\\-m\end{matrix}\right\}$ wenn das Azimuth zwischen 180° und 270°;

$\left.\begin{matrix}+p\\+m\end{matrix}\right\}$ wenn das Azimuth zwischen 270° und 360°.

§. 65. Das folgende Beispiel wird das vorher Gesagte noch mehr aufklären:

Es seien für die zu berechnenden Abstände folgende Winkel und Seiten der Dreiecke gegeben:

Dreieck I	$ACB = 65^\circ.\ 46'.\ 44'',\ 9$	. . .	$log\ AB = 4{,}1950617$
	$CBA = 47\ .\ 0.41\ ,\ 3$	. . .	$log\ AC = 4{,}0992893$
	$BAC = 67\ .\ 12.33\ ,\ 8$	. . .	$log\ BC = 4{,}1997772$
„ II	$ADC = 49\ .\ 43.44\ ,\ 4$		
	$DCA = 52\ .\ 30.31\ ,\ 3$	. . .	$log\ DA = 4{,}1162845$
	$CAD = 77\ .\ 45.44\ ,\ 3$	. . .	$log\ CD = 4{,}2067848$
„ III	$DEC = 58\ .\ 23.\ 4\ ,\ 6$		
	$ECD = 74\ .\ 38.25\ ,\ 5$	. . .	$log\ ED = 4{,}2607605$
	$CDE = 46\ .\ 58.29\ ,\ 9$	. . .	$log\ CE = 4{,}1405067$

Das erste Azimuth sei $SAB = 143^\circ.\ 39'.\ 53'',\ 8$

Der erste Perpendikel oder der östliche Abstand des Punktes A vom fingirten Meridiane $P = 196800^\circ$, und der erste Meridian-Abschnitt, oder der südliche Abstand des nämlichen Punktes A vom fingirten Perpendikel $M = 278400^\circ$, wie schon oben gesagt wurde.

Vor allem werden die Azimuthe, von dem eben gegebenen SAB ausgehend, gesucht, und ihnen zum Unterscheidungszeichen der übrigen Winkel das σ vorausgesetzt, z. B. σAB heisst das Azimuth SAB, welches die Seite AB mit dem Haupt-Meridiane oder mit einer demselben gleichlaufenden und durch den Punkt A gehenden Linie bildet.

Punkt A	$\sigma AB = SAB$		$= 143^\circ\ .\ 39'\ .\ 53''\ ,\ 8$
	$\sigma AC = \sigma AB + BAC$		$= 210\ .\ 52\ .\ 27\ ,\ 6$
	$\sigma AD = \sigma AC + CAD$		$= 288\ .\ 38\ .\ 11\ ,\ 9$
„ B	$\sigma BA = \sigma AB + 180^\circ$		$= 323\ .\ 39\ .\ 53\ ,\ 8$
	$\sigma BC = \sigma BA - ABC$		$= 276\ .\ 39\ .\ 12\ ,\ 5$
„ C	$\sigma CA = \sigma AC - 180^\circ$		$= 30\ .\ 52\ .\ 27\ ,\ 6$
	$\sigma CD = \sigma CA + (360^\circ - ACD)$	.	$= 338\ .\ 21\ .\ 56\ ,\ 3$
	$\sigma CE = \sigma CD - DCE$	. . .	$= 263\ .\ 43\ .\ 30\ ,\ 8$
„ D	$\sigma DC = \sigma CD - 180^\circ$		$= 158\ .\ 21\ .\ 56\ ,\ 3$
	$\sigma DE = \sigma DC + CDE$		$= 205\ .\ 20\ .\ 26\ ,\ 2$

Sind auf diese Weise alle Azimuthe gefunden, so unterliegt es keiner Schwierigkeit mehr, die Abstände P und M zu finden, wie folgt:

Berechnung der Coordinaten des Punktes *B* vom Punkte *A* aus.

$Z = 143^{0}.\ 39'.\ 53'',\ 8$

$\log K =$	4,1950617		4,1950617
$\log \sin Z =$	9,7726928	$\log \cos Z =$	9,9061011
$\log p =$	3,9677545	$\log m =$	4,1011628
$P =$	196800,00	$M =$	278400,00
$p =$	− 9284,41	$m =$	− 12623,01
P =	187515,59	M =	265776,99

Punkt *C* von *A* aus

$Z = 210^{0}.\ 52'.\ 27'',\ 6$

$\log K =$	4,0992893		4,0992893
$\log \sin Z =$	9,7102501	$\log \cos Z =$	9,9336365
$\log p =$	3,8095394	$\log m =$	4,0329258
$P =$	196800,00	$M =$	278400,00
$p =$	+ 6449,69	$m =$	− 10787,62
P =	203249,69	M =	267612,38

Punkt *C* von *B* aus

$Z = 276^{0}.\ 39'.\ 12'',\ 5$

$\log K =$	4,1997772		4,1997772
$\log \sin Z =$	9,9970652	$\log \cos Z =$	9,0639492
$\log p =$	4,1968424	$\log m =$	3,2637264
$P =$	187515,59	$M =$	265776,99
$p =$	+ 15734,12	$m =$	+ 1835,38
P =	203249,71	M =	267612,37

Für den Punkt *C* erhält man also als mittleren Werth:

P = 203249,70 M = 267612,38

Auf gleiche Art werden die Coordinaten für den Pnnkt *D* und zwar von *A* berechnet

P = 209184,92 M = 282576,80

von *C* berechnet

P = 209184,92 M = 282576,81

im Mittel also

P = 209184,92 M = 282576,80

u. s. w.

§ 66. Es ist schon aus dem §. 64 klar, dass alle die eben berechneten Perpendikel und Meridian-Abschnitte, Abstände vom fingirten Meridiane und vom fingirten Perpendikel sind, indessen ist es sehr leicht, diese Abstände auf jene von dem wahren oder Haupt-Meridian und Perpendikel zu reduciren, wenn man nur folgende Regel beobachtet.

Man ziehe den Abstand vom fingirten Meridiane, von der Zahl 196800 und den Abstand vom fingirten Perpendikel von der Zahl 278400 ab, wenn diese Abstände kleiner als die genannten Zahlen sind; man ziehe aber die genannten Zahlen von den gedachten Abständen ab, wenn letztere grösser als erstere sind.

Im ersten Falle werden die Punkte, deren Abstände berechnet worden sind, westlich vom wahren Meridiane und nördlich vom wahren Perpendikel, im zweiten Falle aber östlich vom wahren Meridiane und südlich vom wahren Perpendikel liegen.

Viertes Capitel.

Von der Berechnung der Abstände aus geografischen Positionen der trigonometrischen Punkte, bezogen auf den Haupt-Meridian und Perpendikel.

§. 67. Die im vorigen Capitel erläuterte Berechnung der Abstände von dem Meridian und Perpendikel gewährt keine hinreichende Genauigkeit, wenn ein Dreiecksnetz zu viel Längen-Ausdehnung hat. Denn befindet sich z. B. auf der krummen Erdoberfläche irgend ein Punkt auf dem Bogen D eines grössten Kreises in der Entfernung von drei Längengraden vom Haupt-Meridian an gerechnet, und bildet der Bogen D mit letzterem einen Winkel von 45^0, so werden die Coordinaten x und y des Endpunctes dieses Bogens nach der im vorigen Capitel vorgezeichneten Berechnung, jede 111848 Klafter betragen, während durch die Berechnung des sphärischen rechtwinkligen Dreieckes, dessen Seiten x, y und D vorstellen, $x = 111889$ und $y = 111826$ Klafter mithin durch frühere Berechnungsart die Abscisse um 41 Klafter kleiner und die Ordinate um 22 Klafter grösser, gefunden würden.

Diese Abweichung wird um so bedeutender, je grösser der Längenunterschied des zu berechnenden Punktes vom Haupt- Meridian wird. Um also diesem Fehler zu begegnen, hat man für jene Fälle, wo es sich um die Berechnung der Abstände solcher, vom Haupt-Meridian weit entlegener Punkte handelt, die von dem Astronomen *Oriani* in den Mailänder Ephemeriden vom Jahre 1807 angegebenen Formeln angenommen, wozu jedoch früher die geografischen Positionen dieser Punkte nach der, in den folgenden Paragraphen angezeigten Art berechnet sein müssen.

Diese Formeln sind folgende:

(a) $\lambda = \frac{tang\ \varphi}{cos\ u}$ (b) $\psi^1 = cos\ \varphi\ sin\ u$

(c) $\lambda = \lambda^1 + \frac{1}{2}\ e^2\ \psi^1 sin\ \lambda^1\ cos^2\ \lambda\ tang\ u$ (d) $\psi = \psi^1 + \frac{1}{2}\ e^2\ \psi^1\ cos^2 \lambda^1$

(e) $M = b\ sin\ 1'' \left\{ \lambda - L + \frac{1}{4}\ e^2\ (\lambda - L) - \frac{3\ e^2}{4\ sin\ 1''}\ sin(\lambda - L)\ cos(\lambda + L) \right\}$

(f) $P = b\ sin\ 1'' \left\{ \psi + \frac{1}{4}\ e^2\ \psi\ sin^2 \lambda + \frac{3\ e^2}{8\ sin\ 1''}\ sin\ 2\ \psi\ sin^2 \lambda \right\}$

wozu L die Breite des Haupt- oder Central-Punktes;

φ die Breite des Punktes, dessen Abstände zu berechnen sind, und

u der Längenunterschied zwischen beiden Punkten bekannt sein müssen, und M den gesuchten Abstand vom Perpendikel,

P den gesuchten Abstand vom Meridiane vorstellen.

Es ist zu bemerken, dass wenn $\lambda - L$ positiv ist, der gesuchte Abstand M nördlich, und wenn $\lambda - L$ negativ ist, südlich von dem Hauptpunkte liegt. Das Zeichen — des dritten Gliedes der Gleichung (e) ändert sich nach dem Zeichen der Functionen $\lambda - L$ und $\lambda + L$. Es versteht sich von selbst, dass wenn die Länge des Punktes, von welchem der Abstand gesucht wird, kleiner ist, als jene des Haupt-Punktes, die Abstände gegen Westen, und im entgegengesetzten Falle nach Osten fallen.

Zur Erleichterung der Rechnung wurde, in der Voraussetzung der Abplattung der Erde $= \frac{1}{310}$, der Logarithmus der kleinen Achse $b = 6{,}5251990$, und der Logarithmus des Quadrates der Excentricität $e^2 = 7{,}8089673$, die Hilfs-Tabelle I mit dem Argumente λ^1 berechnet, welche die Werthe

$$A = \tfrac{1}{2}\ e^2\ sin\ \lambda^1\ cos^2\ \lambda^1 \quad \text{und}\ B = \tfrac{1}{2}\ e^2\ cos^2\ \lambda^1$$

gibt. Deshalb verwandeln sich die Formeln (c) und (d), so dass:

(c^1) $\lambda = \lambda^1 + A\psi^1\ tang\ u = \lambda^1 + q$, wenn man das zweite Glied $= q$ macht, und

(d^1) $\psi = \psi^1 + B\ \psi^1$ wird.

Ueberdiess wurden, aus den für die Abplattung der Erde oben gegebenen Daten auch die folgenden Constanten-Grössen hergeleitet, als:

$$log\ \frac{e^2}{4} = 7{,}2069073 \qquad log\ \frac{3\ e^2}{4\ sin\ 1''} = 2{,}9984536$$

$$log\ \frac{3\ e^2}{8\ sin\ 1''}\ 2{,}6974236 \qquad log\ b\ sin\ 1'' = 1{,}2107739$$

Benennt man endlich in den Formeln (e) und (f) die Glieder des zusammengesetzten zweiten Factors mit I, II und I^1, II^1, so wird

$$M = b\ sin\ 1''\ (\lambda - L + I - II) \qquad P = b\ sin\ 1''\ (\psi + I^1 + II^1)$$

§. 68. Beispiel.

Berechnung der Abstände aus der geografischen Position des Punktes *Polana* bezogen auf den Perpendikel und Meridian von Wien.

Breite { desselben $= \varphi = 48.38.16,39$ / von Wien $= L = 48.12.33,36$ } Länge { $37^{\circ}.9.4,78$ / $34.2.22,50$ } Längen-Unterschied $u = 3^{\circ}, 6'.42''28$

$log\ tang\ \varphi = 0,0552982$		$log\ cos\ \varphi = 9,8200803$	$log\ sin\ \lambda = 9,8756589$
$c\ log\ cos\ u = 0,0006408$		$log\ sin\ u = 8,7346678$	$log\ sin^2\ \lambda = 9,7513178$
$log\ tang\ \lambda^1 = 0,0559390$	$\lambda^1 = 48^{\circ}.40'.47'', 31$	$log\ sin\ \psi^1 = 8,5547481$	$\psi^1 \{ = 2^{\circ}.3'.20'', 59$
$log\ tang\ u = 8,73531$	$q = 0,42$	$log\ \psi^1 = 3,86927$	$= 7400'', 59$
$log\ \psi^1 = 3,86927$	$\lambda = \lambda^1 + q = 48^{\circ}.40'.47'', 73$	$log\ B\ (T.\ II) = 7,14738$	
$log\ A\ (T.\ I) = 7,02304$	$L = 48.12.33, 36$	$log\ \psi^1 B = 1,01665$	$\psi^1 B = 10, 39$
$log\ q = 9,62762$	$\lambda + L = 96.53.21, 09$		
		$log\ \psi = 3,8698757$	$\psi \{ = 7410'', 98$
$log\ (\lambda - L) = 3,22901$	$\lambda - L \} = 0.28.14, 37$	$log\ sin^2\ \lambda = 9,7513178$	$= 2^{\circ}.3'.30'', 98$
$log\ \frac{e^2}{4} = 7,20690$	$= d\lambda \} = 1694'', 37$	$log\ \frac{e^2}{4} = 7,2069073$	$2\psi = 4.7.1, 96$
$log\ I = 0,43591$	$I = 2, 73$	$log\ I^1 = 0,8281008$	$I^1 = 6'', 73$
$l\ cos\ (\lambda + L) = 9,0789987$		$log\ sin\ 2\psi = 8,8561066$	
$l\ sin\ (\lambda - L) = 7,9145782$		$log\ sin^2\ \lambda = 9,7513178$	$\psi = 7410, 98$
$log\ \frac{3e^2}{4\ sin\ 1''} = 2,9984536$		$log\ \frac{3e^2}{8\ sin\ 1''} = 2,6974236$	
$log\ II = 9,9920305$	$+ II = 0,98$	$log\ II^1 = 1,3058480$	$II^1 = 20, 18$
$l\ (d\lambda + I + II) = 3,2299582$	$d\lambda + I + II = 1698'', 08$	$l\ (\psi + I^1 + II^1) = 3,8714497$	$\psi + I^1 + II^1 = 7437'', 89$
$log\ b\ sin\ 1'' = 1,2107739$		$log\ b\ sin\ 1'' = 1,2107739$	
$log\ M = 4,4407321$		$lcg\ P = 5,0822236$	
M vom Wiener } Perpendikel	$= -27588^{\circ}, 75$	P vom Wiener } Meridian	$= 120843^{\circ}, 58$
dM vom fingirten } Perpendikel	$= 278400, 00$	dP vom fingirten } Meridian	$= 196800, 00$
M' vom fingirten Perpendikel	$= 250811^{\circ}, 25$	P' vom fingirten Meridian	$= 317643^{\circ}, 58$

Fünftes Capitel.

Von der Berechnung der geografischen Längen und Breiten der trigonometrischen Punkte.

§. 69. Die Lösung dieses Problems ergibt sich auf zwei Arten, indem man entweder die geografische Lage eines trigonometrischen Punktes unmittelbar aus dem Dreiecksnetze, oder mit Hilfe der Abstände von dem Meridian und Perpendikel des Hauptpunktes, erhalten kann.

Im ersten Falle genügt es, die Länge und Breite eines beliebigen Scheitels, z. B. *A* im Dreiecke *ACB* (Taf. XI Fig. 15), so wie das Azimuth der Seite *AC*, nämlich den Winkel *CAN*, den sie mit dem Meridiane *NA* auf dem Punkte *A* bildet, zu kennen, um durch die Berechnung, auch rücksichtlich des Punktes *C* die Länge, Breite und das Azimuth zu finden. Auf ähnliche Weise verfahrend, kann man sodann von einem Scheitel des Dreiecknetzes

zum andern übergehen, und die Länge. und Breite sämmtlicher Scheitel, eben so wie das Azimuth ihrer Seiten bestimmen.

Im zweiten Falle, wird bei der Kenntniss der geografischen Lage des Hauptpunktes A (Taf. XI Fig. 15), jene des Punktes E mit Hilfe der Abstände μA und μE des Punktes E selbst, welche nach dem §. 65 früher bestimmt werden müssen, berechnet.

Selbst bewährte Mathematiker haben sich mit der Auflösung dieser Probleme beschäftiget, und unter den vielen von ihnen vorgeschlagenen Berechnungs-Methoden erachtet man die von *Puissant* in der dritten Auflage seines Werkes: *Traité de Géodésie Vol. I. Chap. XV. pag. 347* angegebenen Formeln für obigen ersten Fall vorzuziehen, da sie ausser der Genauigkeit bei jedem möglichen Umstande, noch Einfachheit und Bequemlichkeit für sich haben.

Für den zweiten Fall jedoch, wo es sich um die Berechnung der geografischen Positionen aus den Abständen handelt, verdient die in den bereits bei Gelegenheit der Lösung des Problemes im Gegensatze §. 67 citirten Ephemeriden, Mailand 1807, angeführte Methode *Oriani's*, den Vorzug. Da es aber ausser der Absicht dieser Instruction liegt, den ganzen Gang der Auflösung mitzutheilen; so werden hier nur die End-Resultate der bezüglichen Formeln gegeben.

§. 70. Nachdem sich bis jetzt im Calcul-Bureau alle Berechnungen auf die Hypothese einer Erd-Abplattung $= \frac{1}{310}$ gründeten, so ist diese Aplattung auch künftig anzunehmen, und man wird daher für den Aequators-Halbmesser in Wiener-Klaftern den Logarithmus $a = 6{,}5266022$, und für die halbe Erd-Achse den Logarithmus $b = 6{,}5251990$ erhalten; der Logarithmus des Quadrates der Excentricität der Elipse aber wird desshalb $e^2 = 7{,}8089673$ sein.

Es sei dann

K die bekannte Seite eines Dreieckes,

L die bekannte Breite eines Endpunktes von K,

L' die gesuchte Breite des andern Endpunktes von K,

M die bekannte Länge,

M' die gesuchte Länge, und $dM = M' - M$,

Z das bekannte Azimuth des zweiten Punktes auf dem Horizonte des ersten, von Süden nach Westen gezählt,

Z' das gesuchte Azimuth des ersten Punktes auf dem Horizonte des zweiten.

Sonach sind die oberwähnten Formeln *Puissant's*:

$$(\alpha)\quad L' = L - \frac{K \cos Z}{R \sin 1''} - \frac{1}{2}\frac{K^2 \sin^2 Z}{RN \sin 1''} \operatorname{tang} L + \frac{1}{6}\frac{K^3 \sin^2 Z \cos Z}{N^2 R \sin 1''}(1 + 3 \operatorname{tang}^2 L),$$

$$(\beta)\quad M' = M - \frac{FK \sin Z}{\cos L'} = M - dM,$$

$$(\gamma)\quad Z' = 180^0 + Z - dM \frac{\sin \frac{1}{2}(L + L')}{\cos \frac{1}{2}(L - L')};$$

wo R den Halbmesser der Krümmung des Meridians an der mittleren Breite $\frac{L+L'}{2}$, N die Normale und $F = \frac{1}{N \sin 1''}$ an der gegebenen Breite L anzeigt.

Die Formel (α), welche den Breiten-Unterschied der Endpunkte auch von der längsten Seite in einem gemessenen Dreiecke mit aller Schärfe gibt, wurde aber von obgenanntem Verfasser, obschon selbe keine lange Berechnung erfordert, auf die ersten beiden Glieder zurückgeführt, ohne ihre Genauigkeit dadurch fühlbar zu beeinträchtigen.

Diese modificirte Formel lautet nun:

$$(\alpha') \qquad L' = L - \frac{K \cos Z}{R \sin 1''} - \frac{1}{2} \frac{K^2 \sin^2 Z}{RN \sin 1''} \tan \tfrac{1}{2} (L + L')$$

und reducirt sich bei der Versetzung

$$A = \frac{1}{R \sin 1''}, B = \frac{1}{2R} \tan \tfrac{1}{2} (L + L'), \text{ und } F = \frac{1}{N \sin 1''} \text{ auf:}$$

$$(\alpha'') \qquad L' = L - AK \cos Z - FBK^2 \sin^2 Z = L - (I + II),$$

welcher letzte Ausdruck zur Berechnung der Hauptdreiecks-Punkte zu dienen hat.

Für die Nebenpunkte ist jedoch folgende zum Rechnen ohne Schmälerung der Genauigkeit noch bequemer eingerichtete Formel zu nehmen:

$$(a) \qquad L' = L - CK \cos Z - DK^2 \sin^2 Z = L - (I + II),$$

worin $C = \frac{1 + e^2 \cos^2 L}{N \sin 1''}$ und $D = \frac{1 + e^2 \cos^2 L}{2 N^2 \sin 1''} \tan L$ sind: wo N noch die Normale an der Breite L bedeutet.

In beiden Formeln hängt das Zeichen des Gliedes (I) von dem Zeichen des $\cos Z$ ab.

Die zwei Formeln (β) und (γ), welche die Längen-Unterschiede zwischen den beiden Endpunkten der Dreiecksseite, so wie deren Azimuth geben, können ohne Unterschied mit hinreichender Genauigkeit für Haupt- und Nebendreiecks-Punkte gebraucht werden. In diesen Gleichungen bleiben die zweiten Glieder negativ, wenn das Azimuth $Z < 180^0$ ist, werden aber positiv genommen, sobald $Z > 180^0$ ist.

Um die Berechnung aller dieser Formeln zu erleichtern, sind, ausser den lithographirten Bögen, am Ende dieser Instruction in der Hilfs-Tabelle II, sowohl die Logarithmen der Factoren A, B, C, D, und F, als jene der Normale N, des Halbmessers R der Krümmung des Meridians, endlich $T = \frac{1}{1 + e^2 \cos^2 L}$ gegeben.

Um aber das Argument $\frac{L+L'}{2}$ zur Auffindung der Logarithmen von R für die Formeln (α) und (α'), und von A und B für die Formel (α'') in der besagten Hilfs-Tabelle zu erhalten, wird die Annäherungs-Berechnung der Breite durch die Gleichung

$$L'' = L - \frac{K \cos Z}{N \sin 1''} = L - FK \cos Z \text{ genügen.}$$

§. 71. Als Beispiel für die Berechnung der Länge und Breite eines Punktes nach den für den ersten Fall aufgestellten Formeln, wäre der trigonometrische Punkt *Krisno* gegeben, welcher von dem Punkte *Tatschnik* ausgehend, zu bestimmen ist.

Man hat also:

$\log$ Entfernung $K = 4{,}3557846$

Breite $L = 48^{0}.\ 37'.32'',\ 86$

Länge $M = 36\ .\ 18\ .\ 7\ ,\ 03$ Azimuth $Z = 229^{\circ}.\ 10'.\ 44'',\ 85$

Breite	$L = 48^{\circ}.\ 37'.32',\ 86$	Länge $= 36^{\circ}.\ 18'.\ 7'',\ 03$	Azim. $Z = 229^{\circ}.\ 10'.\ 44'',\ 85$
$\log K = 4{,}3557846$	$dL = +15.\ 8,\ 22$	$\log K = 4{,}3557846$	$\frac{L+L'}{2} = 48^{\circ}.\ 45'.\ 6'',\ 72$
$\log F = 8{,}7870339$	$L'' = 48.\ 52.\ 41,\ 08$	$\log F = 8{,}7870339$	
$\log Z = 9{,}8153761$	$\frac{L+L''}{2}\ 48.\ 45.\ 6.\ 97$	$\log \sin Z = 9{,}8789564$	$\frac{L-L'}{2} = 7.\ 33,\ 80$
$\log dL = 2{,}9581946$		$c\ l \cos L' = 0{,}1819950$	
$\log K = 4{,}3557846$		$\log\ dM = 3{,}2037699$	$\log \sin \frac{L+L'}{2} = 9{,}8761377$
$\log A = 8{,}7882531$		$1598'',\ 71$	
$l \cos Z = 9{,}8153761$			$c \log \cos \frac{L-L'}{2} = 0{,}0000010$
$\log I = 2{,}9594138$	$-I = -\ 15'.\ 10'',\ 78$		
$2 \log K = 8{,}71157$	$\Pi = +\ 3,\ 06$		$\log dM = 3{,}2037699$
$\log F = 8{,}78703$	$+(I+\Pi) = 15.\ 7,\ 72$		$\log dZ = 3{,}0799086$
$\log B = 3{,}22981$			$1202'',\ 01$
$2\ l \sin Z = 9{,}75791$		$dM = 26'.38'',\ 71$	$dZ = 20'.\ 2'',\ 01$
$\log \Pi = 0{,}48632$	$L = 48^{\circ}.\ 37'.\ 32'',\ 86$	$M = 36^{\circ}.\ 18'.\ 7'',\ 03$	$180^{\circ} + Z = 49^{\circ}.\ 10'.\ 44'',\ 85$
für *Krisno* Breite $L' = 48^{\circ}.\ 52'.\ 40'',\ 58$		Länge $M = 36^{\circ}.\ 44'.\ 45'',\ 74$	Azim. $Z = 49^{\circ}.\ 30'.\ 46'',\ 86$

§. 72. Zu *Oriani's* Verfahren, um die Breite und Länge aus gemessenen Abständen vom Meridian und Perpendikel eines Ortes zu berechnen, sei (Taf. XI Fig. 15):

$M = E\mu$ der bekannte Abstand vom Perpendikel AR des Hauptpunktes A,

$P = A\mu$ der bekannte Abstand vom Meridiane NA,

L die bekannte Breite von A,

φ die gesuchte Breite von E,

u der unbekannte Längen-Unterschied zwischen beiden Punkten,

λ die Breite des Fusspunktes π des Perpendikels, welcher von E senkrecht auf den Meridian fällt.

b die oben gegebene Halb-Erdachse;

so sind die Formeln:

$$m = \frac{M}{b \; sin \; 1''} \qquad\qquad p = \frac{P}{b \; sin \; 1''},$$

$$\lambda = L \pm m \left(1 - e^2 + \tfrac{3}{2} e^2 \cos^2 \left(L \pm \tfrac{1}{2} m\right)\right), \qquad \psi = p \left(1 - e^2 \sin^2 \lambda\right)$$

$$sin \; \varphi = sin \; \lambda \; cos \; \psi \text{ oder, wenn } \psi > 3^0, \qquad \varphi = \lambda - \frac{\psi}{2} sin \; \psi \; tang \; \lambda,$$

$$tang \; u = \left(1 - \tfrac{1}{2} e^2 \cos^2 \lambda\right) \frac{tang \; \psi}{cos \; \lambda}$$

Die doppelten Zeichen $\pm$ gelten für die nördliche oder südliche Breite. Die Grösse $\frac{1}{b \; sin \; 1''}$ ist constant, und setzt man sie $= G$, so wird der Logarithmus G=8,7892261 sein (§. 67). Der Logarithmus der Grösse $1 - e^2 + \frac{3}{2} e^2 \cos^2 (L \pm \frac{1}{2} m)$ ist unter der Benennung von $log \; \alpha$ in die III. Hilfs-Tabelle gebracht; sein Argumet ist $L \pm \frac{1}{2} m$. Dieselbe Hilfs-Tabelle enthält auch den Logarithmus von $1 - e^2 \sin^2 \lambda$ unter der Bezeichnung von $log \; \beta$, und den Logarithmus von $(1 - \frac{1}{2} e^2 \cos^2 \lambda)$ unter der Bezeichnung von $log \; \gamma$. Diese beiden letzteren haben die Grösse λ zum Argumente, alle drei aber sind für die Zone der österreichischen Monarchie, das ist, von dem 40. bis zum 52. Breitengrade berechnet.

Hiernach lassen sich die obigen Formeln noch kürzer ausdrücken:

$$m = GM \qquad\qquad p = GP$$

$$\lambda = L \pm m \, \alpha \qquad\qquad \psi = p\beta = GP\beta$$

$$sin \; \varphi = sin \; \lambda \; cos \; \psi \text{ wie oben, und } tang \; u = \gamma \, \frac{tang \; \psi}{cos \lambda}.$$

§. 73. Um ein Beispiel davon zu geben, wird nun die Lage des Punktes *Polana* aus seinen in dem §. 68 gefundenen Coordinaten von dem Wiener-Meridian, berechnet:

$$M = 27588^0, 75 \qquad\qquad P = 120843{,}58$$

$$L = 48^0.\, 12'.\, 33'', 36 \qquad \text{Länge } 34^0.\, 2'.\, 22'', 50$$

$log \; M = 4{,}4407321$	$m =$ 1698 , 08	log P $= 5{,}0822236$	$c \; log \; cos \; \lambda = 0{,}1802818$
$log \; G = 8{,}7892261$	$=$ 28′. 18″, 08	$log \; G = 8{,}7892261$	$log \; tan \; \psi = 8{,}5556304$
$log \; m = 3{,}2299582$	$\frac{1}{2} m =$ 14 . 9 , 04	$log \; \beta = 9{,}9984192$	$log \; \gamma = 9{,}9993900$
$log \; \alpha = 9{,}9990481$	$L = 48^0.\, 12'.\, 33'', 36$	$log \; \psi = 3{,}8698689$	$log \; tang \; u = 8{,}7353022$
$log \; m\alpha - 3{,}2290063$	$L + \frac{m}{2} = 48 . 26 . 42 , 40$		
$log \; sin \; \lambda = 9{,}8756588$		$\psi =$ 7410″86	
$log \; cos \; \psi = 9{,}9997197$	$m \, \alpha =$ 1694″, 36	$= 2^0, 3'. 30'', 86$	
$log \; sin \; \varphi = 9{,}8753785$	$=$ 28′. 14″, 36		
	$L = 48^0.\, 12'.\, 33'', 36$		$u = 3^0.\, 6'.\, 42'', 12$
	$\lambda = 48^0.\, 40'.\, 47'', 72$		Länge von Wien = 34 . 2 . 22 , 50
Breite $\varphi = 48^0.\, 38'.\, 16'', 37$			Länge von *Polana* = $37^0.\, 9'.\, 4'', 62$

Der Unterschied zwischen der hier gefundenen Position von *Polana* und jener im §. 68, wo die Breite $\varphi = 48^{0}.\ 38'.\ 16'',\ 39$ und die Länge $= 37^{0}.\ 9'.\ 4'',\ 78$ angenommen wurde, ist also unbedeutend.

§. 74. Werden nun beide Methoden zur Bestimmung der Lage eines Ortes betrachtet, so entnimmt man, dass erstere nebst der Länge und Breite auch das Azimuth angibt, wodurch man in die Kenntniss gesetzt wird, um wie viel man nach einer längeren Arbeit von der wahren Orientirung abgekommen ist; auch kann sich jeder Calculator leicht selbst controlliren, weil jeder Punkt wenigstens zweimal mit verschiedenen bekannten Grössen gerechnet wird. Dagegen hat sie den Nachtheil, dass man, um die Länge und Breite eines entfernten Punktes zu erhalten, alle übrigen zwischen dem bekannten und dem zu suchenden Punkte ebenfalls rechnen muss. Nach *Oriani's* Methode kann man jeden beliebigen Punkt selbst, wenn er auch mehrere Grade vom Haupt-Meridiane und Perpendikel läge, mit einem Male berechnen; diese hat aber den Nachtheil, dass man die Rechnungs-Controlle vermisst.

Es wird daher festgesetzt, dass die geografischen Positionen der vorzüglichsten Punkte des Dreiecksnetzes stets nach den *Puissant'schen* Formeln zu berechnen seien; hingegen minder wichtige Punkte, oder solche wo auf das Azimuth keine Rücksicht genommen wird, nach *Oriani* berechnet werden können.

Sechstes Capitel.

Berechnung eines Meridian- oder Parallel-Bogens.

§. 75. Die terrestrischen Bögen werden dadurch in ihrer Ausdehnung bestimmt, dass man in ihrer Richtung ein Dreiecksnetz festsetzt, und von diesem die Länge und das Azimuth der Seiten, so wie die geografischen Längen und Breiten der einzelnen Beobachtungs-Stationen berechnet.

Die Dreiecksnetze längs den Meridianen und Parallelkreisen sind die geeignetsten um die Ausdehnung dieser Bögen selbst abzuleiten. In der Ausübung wurden von berühmten Mathematikern verschiedene Methoden zu diesem Zwecke angewendet, hier jedoch wird der Kürze wegen, und ohne nummerische Beispiele bloss von jener die Rede sein, welche in den letzten Messungen allgemein benützt wurde.

Will man also die Länge des Meridian-Bogens A X (Taf. XI Fig. 15, a) zwischen den Parallelkreisen der Endpunkte A, L, so beginnt die Berechnung mit der Auffindung der geografischen Positionen der Punkte B, C, D, F, H, K, L, der Polygonal-Linie, welche sich längs dem Meridiane erstreckt, mittelst der im §. 70 vorkommenden Formeln. Hierauf wird der Unterschied der Parallelkreise der beiden ersten Punkte A und B, das heisst, derjenige Bo-

gentheil des Meridians berechnet, um welchen sie von einander abstehen, dasselbe geschieht sodann nach und nach für die Theile *BD*, *DF*, u. s. w. bis auf den Endpunkt *L*, und die Summe aller dieser Unterschiede wird die gesuchte Länge des Meridianbogens geben.

Die Formel, welche den Unterschied der beiden Parallelkreise zwischen *A* und *B*, als den Endpunkten der ersten Seite *K* des Netzes, in Klaftern ausdrückt, ist, wenn dieser Unterschied $L' - L = dm$ heisst, folgende:

$$\text{(I)}\quad dm = -K \cos Z - \tfrac{1}{2}\frac{K^2}{N}\sin^2 Z \operatorname{tang} L + \tfrac{1}{6}\frac{K^3}{N^2}\sin^2 Z \cos Z (1 + 3 \operatorname{tang}^2 L)$$

Dieselbe hat viele Aehnlichkeit mit jener (α) im §. 70, und *N* bedeutet hier die Normale an dem Punkte *A* des Erd-Elypsoides. Der Werth von *N* muss aus der Hilfs-Tabelle II mit dem Argumente der Breite für jeden Punkt besonders genommen werden; auch ist zu bemerken, dass eine verschiedene Annahme für die Abplattung der Erde hier von keinem Einflusse ist. Ausserdem kann in der Differenz der Parallelkreise jeder Bogen *dm*, in Rücksicht seiner geringen Ausdehnung als Bogen eines Kreises betrachtet werden, dessen Halbmesser der entsprechenden Normale gleich ist.

Wird nun die Entfernung zwischen den Parallelen der beiden Endpunkte *AL* auf dieselbe Weise und mit Hilfe der andern Polygonal-Linie *ACEGIL*, welche von der zu bestimmenden ebenfalls wenig abweicht, gefunden, so ergibt sich für das erste Resultat gleich eine Bestätigung. Besteht jedoch eine kleine Differenz zwischen den beiden Bestimmungen, so kann das Mittel aus denselben angenommen werden.

Man könnte hier auch jene Vereinfachung wie in der vorerwähnten Formel anbringen, nämlich für die Formel (I) folgende substituiren:

$$dm = -K \cos Z - \tfrac{1}{2}\frac{K^2}{N}\sin^2 Z \operatorname{tang} \tfrac{1}{2}(L + L')$$

wo *N* die Normale bei der mittleren Breite $\frac{L + L'}{2}$, welche in ihrem Werthe auch nur annähernd hinreicht, bedeutet, wie in dem erwähnten Paragraphe gesagt wurde.

Diese Formel gibt zwar nicht so genaue Resultate als die frühere, kann jedoch in Berücksichtigung ihrer Einfachheit, wodurch die Berechnung sehr abgekürzt wird, zur vorläufigen Bestimmung, so wie zur schnellen Prüfung eines erhaltenen Resultates ihre Anwendung finden, wobei es nicht überflüssig sein wird, zu bemerken, dass der Unterschied in den Resultaten nach beiden Formeln gerechnet, bei einer Seitenlänge von 60000 Klaftern höchstens eine Klafter betragen kann.

Wird im ersten Gliede der Formel (I) $2 \cos^2 \tfrac{1}{2} Z - 1$ anstatt $\cos Z$ gesetzt, so erhält man:

$$K - dm = 2\,K \cos^2 \tfrac{1}{2}\,Z + \tfrac{1}{2}\,\frac{K^2}{N} \sin^2 Z \,tang\, L - \tfrac{1}{6}\,\frac{K^3}{N^2} \sin^2 Z \cos Z\,(1 + 3\,tang^2 L)$$

wodurch unmittelbar die Correction berechnet wird, welche an den Seiten der Dreiecke, ihrer abweichenden Richtung wegen, anzubringen ist, um sie auf den Bogentheil im Meridiane zu reduciren, der zwischen ihre Endpunkte fällt.

§. 76. Die Berechnung eines Parallel-Bogens wird auf eine ähnliche Weise ausgeführt.

Vorausgesetzt, dass K, K', K''.... von dem Haupt-Meridiane ausgehend die fortlaufenden Seiten des trigonometrischen Netzes z. B. von Ost nach West wären, und bei der Annahme, dass an den Endpunkten der Seiten selbst Meridiane durchgehen, so werden diese auf demselben Parallele Theile abschneiden, um deren Berechnung es sich hier handelt.

Sind also die geografischen Positionen der Scheitelpunkte der Dreiecke mit hinlänglicher Genauigkeit bestimmt, und bezeichnet man mit L' die Breite des vom Haupt-Meridiane entfernteren Endpunktes von K, mit N' die Normale an diesem Punkte, mit L_m die Breite des Parallelkreises, von dem man die Ausdehnung sucht, und mit N_m die Normale eben dieser Breite, so erhält man für die Seite K und den gesuchten Theil P_m des Parallelkreises

$$\text{(II)} \qquad P_m = \frac{N_m \cos L_m}{N' \cos L'} \left(K \sin Z - \frac{K^3 \sin Z}{6\,N'^2} + \frac{K^3 \sin^3 Z}{6\,N'^2 \cos^2 L'}\right)$$

Statt dieser Formel kann auch folgende viel einfachere substituirt werden, von der die Astronomen *Plana* und *Carlini* Gebrauch machten, und die in dem Werke „*Mesure d'un arc du parallèle moyen*“ *etc.* vorkommt, nämlich:

$$\text{(II')} \quad P_m = K \sin Z \frac{\cos L_m}{\cos L'} \left\{ 1 - \tfrac{1}{2}\, e^2 \sin (L' - L_m) \sin (L' + L_m) \right\}$$

Für jede Seite K wird man eine ähnliche Gleichung oder einen Werth für P_m erhalten, wornach also wenn ΣP_m die Länge des Parallels an der Breite L_m ausdrückt

$$\Sigma P_m = P_m + P'_m + P''_m + \ldots.$$

Wird auf diese Weise von dem Haupt-Meridiane an, auf beiden Polygons-Linien zu dem Endpunkte des zu messenden Parallel-Bogens vorgeschritten, so stellt sich wieder für ΣP_m ein zweifacher Werth heraus, der sich gegenseitig controllirt; weichen die Resultate nur wenig von einander ab, so wird wieder das arithmetische Mittel als Bestimmung für die Länge angenommen.

Zur Erleichterung der Rechnung für die Formel (II) dienet ebenfalls die rückwärts beigeschlossene Hilfs-Tabelle II, wo man mit den Argumenten der Breiten L' und L_m die Logarithmen der Normalen N' und N_m findet; übrigens erfordern beide Formeln (II und II') keine andere Vorsicht, als jene der Berücksichtigung der algebraischen Zeichen.

Siebentes Capitel.

Reduction der aus geodätischen Operationen, unter Voraussetzung einer gewissen Abplattung, hergeleiteten geografischen Positionen, auf ein Elypsoid von anderer Form.

§. 77. Um die auf trigonometrischem Wege hergeleiteten geografischen Positionen der Punkte mit einander zu vergleichen, ist es nöthig, dass sie auf einem Elypsoide von einer gegebenen Abplattung berechnet seien. Ist diess aber nicht geschehen, so müssen sie vor der Vergleichung darauf zurückgeführt werden. Hiezu kann Folgendes dienen:

Es seien L und L' die Breiten, M und M' die Längen von zwei beliebigen Punkten eines Rotations-Elypsoides, von dem α die Abplattung ist; Q sei der Quadrant des Meridians, und a der Halbmesser des Aequators. Nennt man überdiess A den Unterschied der Parallelkreise dieser Punkte, B den Unterschied ihrer Meridiane auf dem Parallelkreise gemessen, der durch die Breite L gegeben ist, so hat man die Gleichung:

$$A = \frac{Q}{90^0}(L' - L) - 3\,\alpha \frac{Q}{\pi} \sin\,(L' - L)\,\cos\,(L' + L)$$

$$M' - M = \frac{180^0 B}{\pi\;a\;\cos\;L'}\,(1 - \alpha\,\sin^2 L')$$

wo π das Verhältniss des Umfangs zum Durchmesser bezeichnet.

Wird nun angenommen, die Breite L und die Länge M seien die Fundamentalgrössen, die zur Berechnung von L' und M' gedient haben, so ist es klar, dass die letztern Grössen sich verändern, sobald α verändert wird, welcher Fall auch mit Q und a stattfindet. Differenzirt man, und lässt die Grössen zweiter Ordnung, wie z. B. $\alpha d\alpha$ u. s. w. ausser Acht, und setzt

$$a = \frac{2Q}{\pi}(1 + \tfrac{1}{2}\,\alpha) \text{ dann } \frac{da}{a} = \tfrac{1}{2}\,d\,\alpha + \frac{dQ}{Q}$$

so erhält man

$$\text{(I)} \qquad dL' = \tfrac{3}{2}\frac{d\alpha}{\sin 1''} \sin\,(L' - L)\cos\,(L' + L) - \frac{dQ}{Q}(L' - L)$$

$$\text{(II)} \qquad dM' = -\left(d\alpha(\sin^2 L' + \tfrac{1}{2}) - \frac{dQ}{Q}\right)(M' - M)$$

Diess sind also die beiden Formeln für die Correction in dem Falle, wenn die aus einer trigonometrischen Vermessung abgeleiteten geografischen Positionen gegen einander strenge zu vergleichen, dabei aber nicht nach ein und derselben Annahme der Abplattung berechnet worden wären. Sie haben den Vortheil, nicht nur unabhängig von A und B, die unverändert vorausgesetzt werden müssen, sondern es auch von der unbedeutenden Grösse zu sein, welche die Bögen $L' - L$ und $M' - M$ ausmachen. Noch ist zu

bemerken, dass die Längen-Differenz $M' - M$ in der Formel (II) positiv oder negativ ist, je nachdem der Punkt M' westlich oder östlich von M liegt; es kann daher in dieser Formel $M' - M$ immer positiv angenommen, und dieser Längen-Differenz die entsprechende Correction dM' bloss algebraisch hinzugegeben werden. Zur näheren Erklärung sehe man *Puissant's „Traité de géodésie Vol. I pag.* 370 und *Description géométrique de la France Vol. II pag.* 627.

Achtes Capitel.

Von der Berechnung des Flächeninhaltes eines trigonometrischen Netzes.

§. 78. Durch die Summirung des Flächeninhaltes aller Dreiecke erster Ordnung, welche zusammengenommen das Netz bilden, erhält man natürlich den Flächeninhalt desselben.

Die einfachste und zur Berechnung mit Logarithmen geeignetste Art den Flächeninhalt eines Dreiecks zu finden, ist jene aus zwei Seiten und dem eingeschlossenen Winkel. Die Formel hiezu ist $F = \frac{BC}{2} \sin a$, wo F der Flächeninhalt, B, C die bekannten Seiten, und a der eingeschlossene Winkel ist. (Taf. XI Fig. 16.)

Es seien z. B. die Seiten $B = 8000$; $C = 6000$ Klafter, und der Winkel $a = 65^0$, so ist die Rechnung

$$\begin{aligned} \log B &= 3{,}9030900 \\ \log C &= 3{,}7781513 \\ \log \sin a &= 9{,}9572757 \\ \text{comp} \log 2 &= \underline{9{,}6989700} \\ \log F &= 7{,}3374870 \\ F &= 21751376 \text{ Quadrat-Klafter.} \end{aligned}$$

Um der Schwierigkeit abzuhelfen, welche in der Aufsuchung so grosser Zahlen besteht, besonders wenn die Dreiecksseiten bedeutend lang sind, hat man festgesetzt, dass von dem $\log F$ der $\log$ von $16000000 = 7{,}2041200$ jedesmal abgezogen werde, um hiedurch den Flächeninhalt in österreichischen Quadrat-Meilen zu erhalten.

$$\begin{aligned} \log F \square^{\text{Kl.}} &= 7{,}3374870 \\ \log 16000000 &= \underline{7{,}2041200} \\ \log F \square^{\text{M.}} &= 0{,}1333670 \\ F \square^{\text{M.}} &= 1{,}359361 \end{aligned}$$

Noch kürzer kann dasselbe erreicht werden, wenn man aus dem Complement des $\log 2$, und jenem von 16000000 einen $\log$ constans bildet und die Rechnung folgendermassen führt:

wie oben $\log BC \sin a = 7{,}6385170$

$\log Constans = 2{,}4948500$

$\log F = 0{,}1333670$

$F = 1{,}359461$ österreichische □ Meilen.

Wollte man die österreichischen □ Meilen in geografische □ Meilen, von denen 15 auf einen Grad gehen, und deren eine, nach dem hier angenommenen Halbmesser des Aequators 15303007 Wiener-Klafter beträgt, verwandeln, so hätte man nur zu dem gefundenen Logarithmus in österreichischen □ Meilen den *log Constans* 0,0193432 zu addiren. Schneller aber erhält man den Flächeninhalt in geografischen □ Meilen durch folgende Rechnung:

$\log BC \sin a = 7{,}6385170$

$\log Constans = 2{,}5141932$

$\log F = 0{,}1527102$

$F = 1{,}421381$ geografische □ Meilen.

III. Abschnitt.

Von dem Calcul der astronomischen Messungen.

§. 79. Es wurde bereits im II. Hauptstücke des ersten Theiles gesagt, dass die astronomischen Beobachtungen von dem Ermessen des Beobachters und von der Beschaffenheit der Local-Umstände, so wie der hiebei anzuwendenden Instrumente abhängig sind. Die daselbst angedeuteten Methoden sind übrigens die einfachsten in der Ausführung, und die sichersten zur Erreichung vorzüglicher Beobachtungs-Resultate.

Man hat zur Erleichterung der Rechnung für diese Beobachtungen, hier umständlich durchgeführte Beispiele gegeben, deren Erklärung in den folgenden Paragraphen zu finden ist. Sollte sich ein Beobachter irgend eines andern Verfahrens bedienen, so müsste er dasselbe auf ähnliche Weise in geeignete Protocolle zusammenstellen, und diese mit den nöthigen Erläuterungen versehen; auch muss er wohl beachten, die einmal angenommene Methode für ein und dieselbe Gattung der Beobachtung unverändert beizubehalten, oder jede daran vorgenommene Veränderung ausdrücklich zu bemerken.

Erstes Capitel.

Von der Zeitbestimmung.

§. 80. Die genaueste Zeitbestimmung wird durch die Beobachtung des Durchganges eines Gestirnes durch den Meridian, erreicht. Am besten dient zu dieser Beobachtung ein Mittagsrohr (Passagen-Instrument) oder ein Meridiankreis; aber auch ein astronomischer Theodolit, ein Universal-Instrument

oder ein Multiplikationskreis kann dazu benützt werden, wenn zuerst dafür gesorgt wurde, dass das Fernrohr desselben sich genau in der Ebene des Meridians bewege; für diese Einstellung werden wir im Verlaufe dieses und der folgenden Paragraphen die Mittel kennen lernen. Was die zu beobachtenden Gestirne betrifft, so wird man sich am genauesten der unter der Aufschrift „Sternörter" im Berliner Jahrbuche gegebenen Fixsterne bedienen.

Bekanntlich befindet sich in den zu diesen Zwecken bestimmten Fernröhren gewöhnlich eine ungerade Anzahl von Verticalfäden, von denen nur einer als im Meridiane liegend angesehen werden kann, während die anderen zur Vervielfältigung der Beobachtung des Durchganges dienen. Bezeichnet man nämlich mit

t die beobachtete Zeit des Appulses am ersten Faden
t' „ „ „ „ „ am zweiten oder Mittelfaden, (den wir als Hauptfaden gelten lassen),
t'' „ „ „ „ „ am dritten Faden,

und ist f das Intervall vom 1. zum 2. Faden im Aequator
f' „ „ „ 3. „ 2. „ „ „

so sind die aus den beiden Seitenfäden sich ergebenden Beobachtungen am Mittelfaden, wenn wir die Declination mit δ bezeichnen,

$$t + \frac{f}{\cos \delta}$$
$$t'' - \frac{f'}{\cos \delta}$$

und diese müssen mit der eigentlichen und unmittelbaren Beobachtung t' am Mittelfaden übereinstimmen, wenn an allen Fäden gut beobachtet wurde. Nach Ausschliessung der offenbar schlechten Beobachtungen nimmt man aus den übrigen das arithmetische Mittel, und dieses Mittel der Fäden legt man der folgenden Rechnung als eigentlich beobachtete Uhrzeit des Durchganges durch den Meridian, zu Grunde.

Um aber die hier als bekannt vorausgesetzten f und f' zu finden, wird man einen der beiden Polarsterne, α oder δ Ursae minoris, so oft als nur immer möglich, in ihren Culminationen beobachten, und sofort erhalten die Fädenintervalle im Aequator

$$f = 15. (t' - t). \cos \delta$$
$$f' = 15. (t'' - t'). \cos \delta$$

wo die Uhr nahe nach Sternzeit gehend, angenommen wurde (ginge dieselbe nach mittlerer Zeit, so wäre 15.04107 für 15 zu setzen) und wo die früheren Zeichen in derselben Bedeutung, aber für einen der Polarsterne, gelten. Dabei, so wie in allem Folgenden ist wohl zu achten, auf die im Anhange zum Berliner Jahrbuche enthaltenen Bemerkungen zu den Sternörtern, aus denen z. B. her-

vorgeht, dass wenn man nahezu im Berliner Meridiane einen Circumpolarstern in einer unteren Culmination beobachtet hat, immer das Mittel aus denjenigen Positionen des Jahrbuches zu nehmen ist, zwischen welche jene untere Culmination fiel.

Da man innerhalb mehrerer Monate des Abends immer dieselben Sterne beobachtet, und überdiess gewöhnlich an einem und demselben Orte längere Zeit verweilen muss, so werden gewisse von diesen beiden Rücksichten abhängende Grössen constant bleiben, und man wird daher am besten thun, diese Constanten, ein für alle Mahle vorauszuberechnen. Dieselben sind aber

die Fädenintervalle oder die Werthe $\frac{f}{\cos\delta}$, $\frac{f'}{\cos\delta}$ und

die Grössen $\left\{\begin{array}{l} m = \frac{\sin(\varphi-\delta)}{\cos\delta} \\ n = \frac{\cos(\varphi-\delta)}{\cos\delta} \end{array}\right\}$ für südliche und nördliche obere Culminationen

" $\left\{\begin{array}{l} m = \frac{\sin(\varphi+\delta)}{\cos\delta} \\ n = \frac{\cos(\varphi+\delta)}{\cos\delta} \end{array}\right\}$ für untere Culminationen.

endlich der Werth $\cos\delta$, oder bequemer der Werth $\frac{1}{\cos\delta} = \sec\delta$, wo φ die Polhöhe des Beobachtungsortes bezeichnet, und $\sec\delta$ für untere Culminationen negativ zu nehmen ist, so dass man für jede Reihe von Beobachtungen ein Täfelchen wie das folgende entwerfen wird, welches für $\varphi = 48^\circ.\ 12'.\ 36''$ und das Jahr 1845 berechnet ist, und wo die Logarithmen der Fädenintervalle im Aequator waren

1–3	2–3	4–3	5–3
1,3218842	1,0192659	1,0209204	1,3285060

Tabelle I.

Name des Sternes	Fädenintervalle, Kreis Ost				m	n	sec δ
	1–3	2–3	4–3	5–3			
α Cassiopejae Ober. Culm. .	37″, 19	18″, 53	18″, 60	37″, 76	−0,229	+1,757	+1,772
η Ursae majoris Unt. Culm. .	33 , 22	16 , 36	16 , 30	32 , 72	+1,543	−0,226	−1,559
α Arietis	22 , 74	11 , 33	11 , 37	23 , 09	+0,467	+0,978	+1,084
und s. w.	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
	5–3	4–3	2–3	1–3			
	Fädenintervalle, Kreis West						

Ein solches Täfelchen behält aber für *denselben* Ort seine Gültigkeit mehrere Jahre vor und nach der Periode, für welche es eigentlich gerechnet wurde, da sich die Declinationen der meisten Sterne nur wenig ändern.

In diesem Täfelchen werden mit „Kreis Ost" und „Kreis West" die einander entgegengesetzten Lagen des Instrumentes bezeichnet, in welchen sich natürlich auch die Ordnung der Fädenintervalle umkehrt. Bei dieser Bezeichnung wird vorausgesetzt, dass der Stellkreis sich an der Axe befindet, und also mit dieser umgelegt wird. Wäre diess nicht der Fall, so müsste irgend ein anderer Gegenstand, z. B. die Beleuchtungslampe des Gesichtsfeldes, das Ocular, oder dgl. für jene Bezeichnung gewählt werden.

Für denjenigen der beiden Polarsterne, welchen man eben benützt, wird man eine ähnliche Tafel, nur mit dem Unterschiede entwerfen, dass, da die Declination dieser Sterne zu veränderlich ist, die sämmtlichen Grössen für mehrere Declinationen gerechnet sein müssen, innerhalb deren die eben statt findenden, in der Ephemeride verzeichneten Declinationen sich bewegen, wo wir wieder als Beispiel, und unter denselben Voraussetzungen wie oben, folgende Tabelle mittheilen:

Tabelle II. *α Ursae minoris.*

Declination	Fädenintervalle Kreis Ost, Ob. Culm. und Kreis West, Unt. Cul.				Obere Culmination.				
	1—3	2—3	4—3	5—3	m —	n +	sec d —		
88°. 28'. 55"	13'. 12", 08	6'. 34", 59	6'. 36", 10	13'. 24", 25	24,40	28,80	37,75	25,89	27,46
„ 29. 0	„ 12 , 81	„ 34 , 96	„ 36 , 46	24 , 99	24,42	28,83	37,78	25,91	27,49
„ „ . 5	„ 13 , 53	„ 35 , 32	36 , 83	25 , 73	24,45	28,85	37,82	25,93	27,51
u. s. w.					. .	. .	. .	. .	. .
Declination	5—3	4—3	2—3	1—3			— sec d	+ m	-- n
	Kreis Ost, Unt. Culm. und Kreis West, Ob. Culm. Fädenintervalle						Untere Culmination		

Diese Tabelle wird man am besten von Secunden zu Secunden der Declination berechnen, und nur der Kürze halber wurde sie hier nicht so mitgetheilt.

§. 81. Nach diesen Vorbereitungen und unter der Voraussetzung, dass die drei an einem Mittagsrohre zu berücksichtigenden Correctionen: Neigung der Axe, Collimationsfehler und Azimuth des Rohres, durch mechanische Hilfsmittel so klein als möglich gemacht wurden, mit andern Worten, dass das Instrument vollkommen rectificirt ist, so wie dass man sich auf die bekannte Weise den Werth eines Theilstriches der Libelle verschafft hat, wollen wir vorerst an die Bestimmung der in jenen drei Beziehungen noch erübrigenden Fehler, und hierauf an die Auffindung der Correction der Uhr gehen.

1. Die Neigung b der Axe findet man, wenn man die Libelle zweimal in verkehrter Lage einhängt. Sind die gegen West und Ost auf derselben abgelesenen Theilstriche in der ersten Lage W und O, in der zweiten W' und O', so wie k der Werth eines Theilstriches, so hat man

$$b = \frac{k}{60} \left\{ (W + W') - (O + O') \right\}$$

oder, wenn man nur die Stellung *eines* Blasenendes bemerkt hat,

$$b = \frac{k}{30} \left\{ W - O' \right\} = \frac{k}{30} \left\{ W' - O \right\}$$

Diese Operation soll man an jedem Beobachtungstage, ein, auch mehrere Mahle vornehmen; weichen die so erhaltenen Werthe b stark von einander ab, so wird man den ersten Werth für eine erste Periode der Beobachtungen, den zweiten für eine folgende Periode gelten lassen u. s. w.; sind sie nahe übereinstimmend, so kann man mit dem arithmetischen Mittel derselben alle Beobachtungen berechnen.

2. Den Collimationsfehler c bestimmt man am sichersten durch die Beobachtung eines der beiden Polarsterne. Nachdem man den Stern an dem ersten, oder wenn die Verhältnisse es gestatten, an den zwei ersten Fäden beobachtet hat, kehrt man das Instrument in seinen Lagern um, und beobachtet das Gestirn an den beiden Fäden, zu denen es jetzt kommt, das ist, an denselben wie früher. Hat man hierauf sowohl die ersten, als die letzten beiden Beobachtungen mittelst der Fädenintervalle auf den Mittelfaden gebracht, und aus je zwei zusammengehörigen die arithmetischen Mittel M und M' genommen, so ist

$$c = \frac{M' - M}{2 \sec \delta}$$

Diess gilt nur unter der Voraussetzung, dass die Neigung der Axe während der Beobachtung sich nicht geändert habe. Um sich hievon zu überzeugen, wird man diese Neigung nach dem obigen vor und nach der Operation bestimmen; erhält man auf diese Weise zwei verschiedene Werthe b und b' dieser Neigung, so hat man

$$c = \frac{M' - M + (b' - b)\, n}{2. \sec \delta}$$

wo n die oben angeführte Hilfsgrösse bezeichnet, und wieder $\sec \delta$ negativ gesetzt werden muss, wenn der Stern in einer unteren Culmination beobachtet wurde. Die so erhaltene Grösse c gilt für die erste Lage des Instrumentes; für die entgegengesetzte Lage ist c mit verkehrtem Zeichen zu nehmen.

An diese beiden Werthe von c wird man noch wegen der täglichen Aberration die Grösse

$$-0''.0209 \cos\varphi$$

anbringen, (so dass also der positive Werth von c um diese Grösse zu vermindern, der negative zu vermehren ist) wo dann die im Berliner Jahrbuche bei den Polarsternen am Ende jeder Seite, und am Schlusse der Sternörter gegebene Correction wegen der täglichen Aberration nicht weiter zu beachten ist. Diese Bestimmung des Collimationsfehlers wird man in kürzeren oder längeren Zeitperioden wiederholen, je nachdem sich der Collimationsfehler weniger oder mehr beständig zeigt. Bei gut construirten Instrumenten ist eine Wiederholung dieser Operation etwa von zwei zu zwei Monaten hinreichend.

3. Um das Azimuth a des Fernrohres zu erhalten, wird man am besten zwei dem Pole nahe Sterne, den einen in der oberen, den andern in der unteren Culmination beobachten. Hat man zwei solche Sterne nicht zur Disposition, so hat man diese beiden Sterne so zu wählen, dass die Differenz $m'-m$ der zu denselben gehörigen Hilfsgrössen so gross als möglich werde. Immer aber muss wenigstens einer der beiden Sterne α oder δ *Ursae minoris* sein. Ist dann t' das Mittel der Fäden für den Polarstern, α' seine aus der Ephemeride zu nehmende Rectascension (wobei wieder in Beziehung auf die Ephemeride wohl darauf zu achten, ob der Stern in oberer oder unterer Culmination genommen wurde), sind ferner m', n', $\sec\delta'$, die zu diesem Sterne gehörigen Hilfsgrössen, bezeichnen endlich t, α, m, n, $\sec\delta$ dieselben Werthe für den anderen Stern, so hat man

$$a = \frac{(\alpha'-t')-(\alpha-t)+bn-bn'+c\sec\delta-c\sec\delta'}{m'-m}$$

Diese Bestimmung ist an jedem Beobachtungstage, und wenn die Grösse a sich veränderlich zeigt, selbst mehrere Mahle vorzunehmen, und dabei, wie oben für die Grösse b gesagt wurde, zu verfahren.

4. Hat man so die nöthigen Correctionen bestimmt, so findet man mit jedem andern beobachteten Sterne die Correction x der Uhr gegen Sternzeit

$$x = (\alpha-t)-(am+bn+c\sec\delta)$$

wenn α, t..... die zu diesem Sterne gehörigen Grössen bezeichnen, wobei jedoch die beiden Polarsterne, als zur eigentlichen Zeitbestimmung untauglich, auszuschliessen sind. (Als Rechnungsprobe soll indessen immer x auch aus beiden zur Bestimmung des Azimuthes benützten Sternen abgeleitet werden; war nämlich die Rechnung richtig, so müssen diese beiden Werthe von x vollkommen mit einander über-

einstimmen). Wurden, was immer geschehen sollte, mehrere Sterne zur Zeitbestimmung beobachtet, so ist aus den so erhaltenen Grössen x das arithmetische Mittel zu nehmen, und dieses Mittel, die definitive Correction der Uhr, gilt für das Mittel der beobachteten Mittelfäden, wobei natürlich wieder nur die eigentlich zur Zeitbestimmung benützten Sterne zu berücksichtigen, und diese beobachteten *Uhrzeiten* der Mittelfäden bloss auf Minuten zu nehmen sind. Hat man die Correction der Uhr eben so an einem folgenden Tage bestimmt, so findet man durch eine einfache Proportion den täglichen *Gang* der Uhr, das ist, die Veränderung der Correction während eines Tages, und so den *Stand* der Uhr für jeden anderen Zeitpunkt. Der hier zu Grunde liegende Tag ist eigentlich der Uhrtag, was aber nichts zu bedeuten hat, wenn man nur zur Ableitung der Correction immer wieder Uhrzeit mit Uhrzeit verbindet. Will man den Gang der Uhr statt mit algebraischen Zeichen, was immer das bequemste, mit den Ausdrücken: Retardation und Acceleration unterscheiden, so gilt die Regel:

Wenn die positive Correction wächst Retardation.
„ „ abnimmt Acceleration.
Wenn die negative Correction wächst Acceleration.
„ „ abnimmt Retardation.

Man sieht nun von selbst, wie statt eines Mittagsrohres auch ein Universal-Instrument, Theodolit, oder dergleichen zu dieser Art von Beobachtungen benützt werden kann. Nachdem man nämlich dafür gesorgt, dass das Instrument rectificirt ist, bringt man den Vertikalkreis nahezu in die Ebene des Meridianes, was man durch die bekannte Culminationszeit der Sonne, oder sonst eines Gestirnes thun kann, und bestimmt den noch in dieser Beziehung vorhandenen Fehler eben auf die oben (pag. 160, N. 3) angezeigte Weise, corrigirt denselben neuerdings u. s. w. Obschon diese Instrumente gewöhnlich nicht in ihren Lagern unmittelbar umgelegt werden können, so gibt doch der meistens sehr gut getheilte Azimuthalkreis ein beinahe eben so gutes Mittel zur Umkehrung.

Wir lassen nun ein Beispiel folgen.

§. 82. Den 29. November 1843 wurde zur Bestimmung des Collimationsfehlers c am Meridiankreise zu Wien folgende Beobachtung gemacht, für welches Instrument obige Tabellen gelten, und wo $\frac{k}{60} = 0'', 0106$, so wie die Constante der täglichen Aberration $-0'', 0209 \cos \varphi = -0'', 014$; darauf wurde am 10. December eine Zeitbestimmung vorgenommen.

Beobachtungen am Mittagsrohre.

Datum	Lage des Instrument.	Gestirn.	Culmination	Appulse am Faden I.	II.	III.	IV.	V.	Mittel der Fäden	Libelle. West	Ost
1843 Nov. 29 ♂ ♀	Kr.W.	α Ursae minor.	Unt.	54'.38", 0	1'.15", 0	13h. 7'. –	. . .	. . .	50", 32	19,4 17,5	45,1 47,0
	Kr.Ost			. . .	. . .	13 . 7.—	14'. 2", 0	20'.41", 0	27 , 67	19,1 16,8	45,1 47,2
Dec. 10 ☉	Kr.Ost	α Ursae minor.	Ob.	. . .	. . .	1h. 7'.37", 5	14.15", 0	20'.59". 6	36", 73	42,1	23,3
		η Ursae major.	Unt.	44'.48", 7	45'. 5", 9	1 . 45 .22 , 3	45 . 38 , 5	45 .55 , 0	22 , 19	39,9	25,4
		α Arietis . .	Süd.	2. 2 , 4	2.13 , 4	2 . 2.24 , 9	2.36 , 3	2. 48 , 0	24 , 92		

Berechnung.

Bestimmung des Collimationsfehlers.

$\delta = 88^\circ.\ 28'.\ 59'',\ 45$ aus der Ephemeride, im Mittel aus 29. und 30. November, da die untere Culmination des 29. Novembers zwischen den oberen Culminationen dieser beiden Tage lag. Die Meridiandifferenz zwischen Wien und Berlin ist zu klein, um berücksichtigt zu werden.

Damit ergaben sich aus der Tabelle II:

Fädenintervalle	I — III	II — III	IV — III	V — III	
	Kreis West		Kreis Ost		
	13'.12", 73	6'.34", 92	6'.34", 92	13'.12", 73	$n = -27{,}49$
Appulse . .	12h. 54'.38", 00	13h. 1'.15", 00	13h. 14'. 2", 00	13h. 20'.41", 00	$sec\ \delta = -37{,}78$
	13 . 7.50 , 73	13 . 7.49 , 92	13 . 7.27 , 08	13 . 7.28 , 27	

$$M = 13^h.\ 7'.50'',\ 32 \qquad M' = 13^h.\ 7'.27'',\ 67$$

$$M'-M = -0.0.22\ ,\ 65. \qquad b = -0'',\ 585$$

$$n\,(b'-b) = +\quad 0\ ,\ 36 \qquad b' = -0\ ,\ 598 \qquad \Big\}\ b-b' = -0'',013$$

$c = +0'',\ 295$ für Kreis West $\qquad c = -0\ ,\ 295$ für Kreis Ost

Tgl. Aberr. f. Wien $= -0'',\ 014 \qquad -0\ ,\ 014$

Definitives $c = +0\ ,\ 281$ für Kreis West $\qquad -0\ ,\ 309$ für Kreis Ost

Zeitbestimmung.

$b = +0''$, 353, $c = -0'$, 309

α *Ursae minoris*, $\delta = 88^{\circ}.\ 29'.2''$, 05 und damit Fädenintervalle

α *Ursae minor.* } $m' - m = -25{,}97$ IV—III $= 6'.36''$, 61; V—III $= 13'.25''$. 29

η *Ursae major.* } $m' = -24{,}43$; $n' = +28{,}84$; $sec\ \delta' = +37{,}80$

α *Ursae minoris*	η *Ursae majoris*	α *Arietis*	Anmerkung.
$\alpha' = 1^h.\ 3'.49''$, 03 $t' = 1.7.36$, 73	$\alpha = 13^h.\ 41'.22''$, 59 $t = 1.45.22$, 19	$\alpha = 14^h.\ 58'.25''$, 29 $t = 2.\ 2.24$, 92	
$\alpha - t' = -3'.47''$, 70 $bn' = +\ 10$, 18 $c\ sec\ \delta = -\ 11$, 68	$\alpha - t = -\ 3'.59''$, 60 $bn = -\ 0$, 08 $c\ sec\ \delta = +\ 0$, 48	$-\ 3'.59''$, 63 $+\ 0$, 35 $-\ 0$, 33	Bei η *Ursae maj.* wurde α im Mittel aus dem 9. und 10. Dec. genommen; die 12^h Differenz in $\alpha - t$ bleibt natürlich weg.
$a = -0''$, 531 Probe: $am' = +\ 12''$, 97	$am = -\ 0$, 82	$-\ 0$, 25	
$x' = -3'.59''$, 17	$x = -\ 3'.59''$, 18	$-\ 3'.59''$, 40	gegen Sternzeit.

10\. Dec. Definitive Correction der Uhr $x = -3'.59''$, 290 um $1^h.\ 53'$ Uhrzeit.

Da am 27. Nov. diese Correction war $x = -3.47$, 978 um 23.34 „

so hatte die Uhr vom 27. Nov. bis 10. Dec. täglichen Gang $-\ 0''$, 864

(da nämlich in 13 Tagen $2^h.\ 19' = 13{,}097$ Tagen die Aenderung der Correction $-\ 11''{,}312$ betrug).

§. 83. Eine andere Methode die Zeit zu bestimmen, ist die der correspondirenden Höhen. Diese Methode biethet in vielen Fällen hinreichende Genauigkeit, und hat dabei den grossen Vortheil, dass sie weder die Declination des Gestirnes noch die Polhöhe des Beobachtungsortes, noch auch den Fehler des Instrumentes als bekannt voraussetzt.

Nach dieser Methode beobachtet man mit einem Instrumente, welches Verticalwinkel gibt, den Antritt eines Gestirnes an den horizontalen Faden in der Nähe seines Durchganges durch den ersten Vertical, das ist, nicht viel über eine Stunde vor oder nach diesem Durchgange, mehrere Male hintereinander, und bemerkt die Theilstriche des Kreises und die Uhrzeiten, bei welchen diese Beobachtungen Statt hatten; hierauf wartet man die Culmination des Gestirnes ab, stellt, wenn dasselbe sich wieder dem ersten Verticale nähert, auf die früher abgelesenen Theilstriche, jedoch in verkehrter Ordnung ein, also zuerst auf die letzte Lesung, dann auf die vorletzte u. s. w., und bemerkt jedesmal wieder die Uhrzeit des Antritts an den horizontalen Faden. Das arithmetische Mittel aus den Uhrzeiten eines jeden

Paares von zusammengehörigen, das ist, zu denselben Lesungen gehörigen Beobachtungen gibt die Uhrzeit der Culmination des Gestirnes so oft als man solcher Paare hat; das Mittel aus diesen Uhrzeiten der Culmination des Gestirnes verglichen mit der bekannten Sternzeit, oder mittleren, oder wahren Zeit dieser Culmination gibt unmittelbar die gesuchte Correction der Uhr gegen eine dieser drei Zeiten.

Gewöhnlich bedient man sich Bequemlichkeit halber zu diesen Beobachtungen der Sonne. Da aber die Methode der correspondirenden Höhen eigentlich ein in Declination unbewegliches Gestirn voraussetzt, so muss man bei der Sonne, deren Declination sich bedeutend ändert, an die erhaltene Uhrzeit der Culmination noch eine kleine Verbesserung anbringen. Diese Verbesserung findet man mit hier immer hinreichender Genauigkeit, und fast ohne Rechnung aus den Tafeln XI und XII von *J. J. Littrow's Vorlesungen II. Theil pag.* ***304***, wozu die Erklärung pag. **262** nachzusehen ist. Etwas genauer, aber mit viel mehr Mühe findet man diese Verbesserung mittelst der Grösse *log* μ auf jeder ersten Seite eines Monates im Berliner Jahrbuch, worüber die dortige Erklärung (im Anhange) nachzusehen. Diese Verbesserung wird mit ihrem Zeichen an das Mittel der gefundenen Uhrzeiten des Mittags angebracht, und die so erhaltene verbesserte Uhrzeit mit der wahren Zeit des Mittags (die immer $0^h. 0'.0''$ ist), oder mit der mittleren Zeit des Mittags (die man in der dritten Columne jeder ersten Seite eines Monates des Berliner Jahrhuches findet), oder endlich mit der Sternzeit des Mittags (Columne *gerade Aufsteigung* ⊙ des Berliner Jahrbuches) verglichen, unmittelbar die Correction der Uhr gegen eine dieser Zeiten geben.

§. 84. Wir wollen hier durch ein Beispiel das Ganze erläutern, in welchem wir wieder Wien mit der Breite von $48^0. 12'.36''$, und der Länge $0^h. 11'.46'', 4$ östlich von Berlin als Beobachtungsort voraussetzen.

Correspondirende Höhen.

Datum	Uhrzeiten der vormittägigen Höhen	Uhrzeiten der nachmittägigen Höhen	Halbe Zwischenzeiten.	Unverbesserte Uhrzeiten des Mittags.
1844	$20^h. 44'. 14'', 2$	$4^h. 18'.11'', 0$	$3^h. 46'.58''. 4$	$0^h. 31'.12'', 6$
Mai 10.	20 . 47.32 , 3	4 . 14.53 , 7	3 . 43.40 , 7	0 . 31.13 , 0
♀	20 . 50.44 , 0	4. 11.40 , 8	3 . 40.28 , 4	0 . 31.12 , 4

Berechnung.

Aus der Ephemeride: Länge der Sonne 49°. 50′. 53″, 5 = 49°, 85
Mittel der halben Zwischenzeiten 3ʰ. 43′. 42″, 5 = 3ʰ. 43′, 71
Damit aus der Tafel Mittags-Verbesserung = −11″, 09
(*mit log μ aus dem Berliner Jahrbuche fände man* — 11″, 00)
Mittel der unverbesserten Uhrzeiten = 0ʰ. 31′. 12″, 67
Verbesserte Uhrzeit des wahren Mittags = 0ʰ. 31′. 1″, 58
(*demnach wäre* — 31′. 1″, 58 = *Corr. der Uhr gegen wahre Zeit.*)
Aus Ephemeride: Mittlere Zeit des wahren *Wien.* Mittags = 23 . 56 . 11 , 06
(*durch Interpolation mit 2 Differenzen*)
Correction der Uhr gegen mittlere Zeit = −0ʰ. 34′. 50″, 52
oder
Verbesserte Uhrzeit des wahren Mittags = 0ʰ. 31′. 1″, 58
Aus Ephemeride: Sternzeit des wahren *Wien.* Mittags = 3 . 9 . 31 , 39
Correction der Uhr gegen Sternzeit = +2ʰ. 38′. 29″, 81

§. 85. Eine dritte Methode die Zeit zu bestimmen besteht in der Messung der absoluten Zenithdistanz eines vom Aequator nicht zu sehr entfernten Gestirnes, am besten wieder in der Nähe des ersten Verticales. Zur Anwendung dieser Methode bedarf man einiger Vorbereitungen, die wir kurz zusammenstellen wollen, indem wir dabei voraussetzen, dass man mit einem astronomischen Theodoliten, oder einem Universal-Instrumente arbeite; das hier Gesagte wird sich, mit sehr geringen Modificationen, übrigens auch auf den Multiplicationskreis anwenden lassen.

1. Bei jeder Lesung an Verticalkreisen ist der Stand der an denselben fixen Libellen zu notiren, und vor allem an die Lesungen die sich daraus ergebenden Verbesserungen anzubringen, bevor irgend weiterer Gebrauch von den Lesungen gemacht wird. Die Art dieser Verbesserungen ist nach der Individualität des Instrumentes und der Libelle verschieden, und es muss daher auf diese stets dabei Rücksicht genommen werden.
2. Um den Collimationsfehler C des Verticalkreises genau zu bestimmen, wird man einen der beiden Polarsterne mehrere Male so schnell als möglich zuerst in einer und dann in verkehrter Lage des Kreises am Horizontalfaden beobachten, und alle diese Beobachtungen, nachdem dieselben nach (1) von dem Fehler der Libelle befreit wurden, auf eine gemeinschaftliche Zeit, wofür am besten das Mittel T der sämmtlichen Beobachtungszeiten gewählt wird, bringen.

Zu diesem Behufe gibt für die Zeit der Ausdruck

$$dz = 900\ m\Theta - \tfrac{1}{2}\,(900)^2\,(n - m^2\ cotang\ z)\ \Theta^2\ sin\ 1''$$

wo $m = \frac{cos\ \delta\ cos\ \varphi}{sin\ z}\ sin\ s$ und $n = \frac{cos\ \delta\ cos\ \varphi}{sin\ z}\ cos\ s = m\ cotg\ s$

und wo z und s Zenithdistanz und Stundenwinkel bezeichnen, die Aenderung der Zenithdistanz in Bogensecunden während einem Zeitintervalle Θ. Die Grösse z erhält man entweder nach Seite 42 §. 108, oder wenn man die halbe Summe der Mittel aus den bei Kreis Ost und Kreis West erhaltenen Lesungen nimmt; die Kenntniss der Grösse s setzt eine genäherte Kenntniss der Uhr voraus; sollte diese Kenntniss zu ungenau sein, so wird man am Ende der Zeitbestimmung mit dem nun erhaltenen genaueren Fehler der Uhr die Grösse s genauer bestimmen, und damit die ganze Rechnung wiederholen, oder auf anderem Wege die Resultate verbessern.

Jene Grösse dz mit dem Abstande Θ jeder einzelnen Beobachtungszeit von dem allgemeinen Mittel T dieser Zeiten gerechnet, und an die entsprechenden Lesungen angebracht, gibt so viele gleichzeitige Zenithdistanzen als Beobachtungen vorhanden sind. Für das Zeichen von Θ aber gilt die Regel, dass man immer die Beobachtungszeit von T abzuziehen hat. Nach Ausmusterung der offenbar schlechten, nämlich von den übrigen zu sehr abweichenden Beobachtungen, nimmt man aus den gleichzeitigen Zenithdistanzen bei Kreis Ost, und ebenso aus denen bei Kreis West das Mittel; die halbe Differenz dieser beiden Mittel gibt den gesuchten Collimationsfehler. Diese Bestimmung ist an jedem Beobachtungstage, so nahe als möglich an der eigentlichen Zeitbestimmung, oder an den sonst mit dem Verticalkreise angestellten Beobachtungen zu machen, und je nach der geforderten Genauigkeit auf eine oder zwei Decimalen der Secunde durchzuführen.

3. Hat man, was immer geschehen sollte, mehrere Zenithdistanzen für die Zeitbestimmung genommen, so wird man entweder aus den Zeiten und den mit der Libelle corrigirten Lesungen das Mittel rechnen, und dieses Mittel sofort der übrigen Rechnung zu Grunde legen, oder man wird, um ganz genau zu verfahren, dem Mittel der Lesungen folgende Correction hinzufügen

$$-(n - m^2\ cot\ z)\ \Sigma$$

wo n, m und z mit den früheren Bedeutungen für das Mittel der Beobachtungen gelten, Σ die durch die Anzahl der Beobachtungen dividirte Summe aller, für jede Beobachtung besonders berechneten Werthe

$$\frac{2\ sin^2 \frac{\Theta}{2}}{sin\ 1''}$$

bedeutet, wenn θ die Abstände der einzelnen Beobachtungen vom Mittel der Zeiten, in Secunden ausgedrückt, bezeichnet. Diese Werthe findet man in *Littrow's Vorlesungen* II. Th. pag. 300 u. a. O. Die so erhaltene Zenithdistanz des Mittels hat man im Folgenden als die eigentliche Beobachtung Z zu betrachten.

4. Um diese Beobachtung von der Refraction r zu befreien, wird man das Barometer, ferner das sogenannte innere, das ist am Barometer befestigte, und das äussere, das ist in freier Luft befindliche Thermometer ablesen, so oft sich eine Veränderung in diesen Instrumenten ergibt, und entweder aus Tafel XIX in *Littrow's Vorlesungen*, oder aus Tafel I im Berliner Jahrbuche nach den in diesen Büchern gegebenen Erläuterungen die entsprechenden Correctionen nehmen. Die sogenannte mittlere Refraction R ist mit der vom Collimationsfehler des Verticalkreises befreiten Lesung zu suchen.

5. Die Parallaxe der Sonne, wenn nämlich dieses Gestirn zur Zeitbestimmung benützt wurde, findet man im Berliner Jahrbuche unmittelbar vor der Planeten-Ephemeride. Um hieraus die Höhenparallaxe π zu erhalten, hat man die, aus der Ephemeride genommene Parallaxe mit $\sin Z'$ zu multipliciren, wo Z' die vom Instrumentalfehler und Refraction bereits befreite Zenithdistanz bedeutet.

6. Für die Sonne endlich findet man den Halbmesser h auf jeder zweiten Seite eines Monates im Berliner Jahrbuche.

§. 86. Nach diesen Vorbereitungen können wir an die Auseinandersetzung der Zeitbestimmung schreiten.

Hat man die gemachten Messungen nach 3. reducirt, so ist die daraus folgende wahre Zenithdistanz

$$z = Z + C + r - \pi \pm h$$

das obere Zeichen von h, wenn man den oberen Sonnenrand, also in einem umkehrenden Fernrohre den scheinbar unteren beobachtet hat, und diese Zenithdistanz gehört zu dem Mittel T der Beobachtungszeiten. Für Fixsterne fallen π und h weg.

Damit ergibt sich sofort der Stundenwinkel s des beobachteten Gestirnes aus

$$\sin^2 \frac{s}{2} = \frac{\sin\left(\frac{z-\varphi+\delta}{2}\right)\sin\left(\frac{z+\varphi-\delta}{2}\right)}{\cos\varphi\,\cos\delta}$$

und dieser Stundenwinkel, verglichen mit obigem Mittel T der Uhrzeiten, gibt die Correction der Uhr.

Wurde die Sonne beobachtet, so ist s, in Zeit verwandelt, die wahre Zeit, woraus man sofort die Correction der Uhr gegen wahre Zeit, also auch gegen mittlere und Sternzeit findet. Hat man einen Fixstern beobachtet, wo-

für man am bequemsten und zugleich genauesten immer nur einen der Hauptsterne im Berliner Jahrbuche nehmen wird, so ist s, um die Rectascension des Sternes vermehrt, die Sternzeit der Beobachtung, woraus also die Correction der Uhr gegen Sternzeit, und somit auch gegen mittlere Zeit folgt. Als Beispiele wollen wir hier mit einem Universal-Instrumente zu Wien gemachte Beobachtungen mittheilen, und dabei Kürze halber nur die ersten Decimalen der Bogensecunden berücksichtigen.

Bestimmung des Collimationsfehlers am Verticalkreise.
1844 August 21 ☿: *α Ursae minoris.*

Nr.	Lage des Kreis.	Uhrzeiten	Θ	Mit Libelle corrigirte Lesungen.	Coëff. von Θ und Θ²	dz	Lesungen für die Zeit T	Mittel	Collimationsfehler
1		19^{h}. 2′. 59″, 2	+3′,025	40°. 0′. 39″, 0	δ = 88°. 29′	−1′. 12″, 0	39°. 59′. 27″, 0		
2	K. O.	19 . 3 . 49 , 3	+2, 190	40 . 0 . 17 , 0	l cos δ = 8,4227	−0 . 52 , 1	24 , 9	39°. 59′. 24″, 3	
3		19 . 4 . 36 , 5	+1, 403	39 . 59 . 54 , 5	l cos φ = 9,8237 l sin s = 9,9999—	−0 . 33 , 4	21 , 1		1°. 47′. 41″, 6 positiv bei K. O.
4		19 . 7 . 11 , 9	−1, 187	43 . 34 . 23 , 0	cl sin z = 0,1763	+0 . 28 , 3	43 . 34 . 51 , 3		
5	K. W.	19 . 8 . 19 , 1	−2, 307	43 . 33 . 52 , 0	log m = 8,4226—	+0 . 54 , 9	46 , 9	43°. 34′. 47″, 6	
6		19 . 9 . 8 , 3	−3, 127	43 . 33 . 30 , 0	l 900 = 2,9542	+1 . 14 , 5	44 , 5		
					1,3768				

T = 19^{h}. 6′. 0″, 7
Beil. Uhr Corr. — 5′. 48″, 0
Sternz. = 19 . 0 . 12 , 7
AR = 1 . 4 . 13
s = 17^{h} . 56′ = 269°. 0′

Beil. z = 41°. 47′: Coëff. v. Θ = —23″, 81

Der Coëff. von Θ² ist = + 0,002 und daher das zweite Glied von dz hier nicht zu berücksichtigen.

Zeitbestimmung: 1844 August 21 ☿. Sonne, oberer Rand.

Nr.	Lage des Kreis.	Uhrzeiten	Mit Libelle corrigirte Lesungen	Refraction	Berechnung des Stundenwinkels
1		4^{h}. 48′. 19″, 7	66°. 0′. 12″, 0	Bar. 27″, 95 Par Z.	Mittel der Uhrzeiten = 4h. 51′. 47″
2	K. O.	4 . 52 . 21 , 4	66 . 41 . 32 , 0	Inn. Therm. + 18°,0R.	Beil. Corr. der Uhr = — 5 . 48
3		4 . 54 . 40 , 0	67 . 3 . 2 , 0	Aeus. Therm. + 21 , 8R.	Beil. mitt. Wien. Zeit = 4 . 45 . 59
		Mittel 4 . 51 . 47 , 03	66 . 34 . 55 , 3		Berlin west. v. Wien = — 11 . 56
		Collimationsfehler +	1 . 47 . 41 , 6	n = 1, 011	Beil. mitt. Berl. Zeit. = 4 . 34 . 3
			68 . 22 . 36 , 9	log R = 2,1776	Zeitgleichung = — 2 . 35
	Parallaxe	r = +	2 . 16 , 0	*Bar.* 9,9992	Beil. wahre Berl. Zeit = 4 . 31 . 28
	Hor. Par. = 8″, 48	Z' =	68 . 24 . 52 , 9	*Inn. Th.* 9,9982	und damit durch Interpolation mit
		π = —	7 , 9	2,1750	zweiten Differenzen
	log HP = 0,928		68 . 24 . 45 , 0	*Aeuss. Th.* —0,0415	δ' = + 11°. 37′. 51″, 6
	l sin Z' = 9,968	h =	15 . 50 , 6	log r = 2,1335	
	log π = 0,896	z =	68 . 40 . 35 , 6	r = 2′. 16″, 0	
	π = 7″, 9				

$$\log \sin \frac{z+\delta-\varphi}{2} = 9{,}4416272$$
$$\log \sin \frac{z+\varphi-\delta}{2} = 9{,}9002077$$
$$\text{compl} \log \cos \varphi = 0{,}1762623$$
$$\text{compl} \log \cos \delta = 0{,}0090105$$
$$\log \sin^2 \tfrac{s}{2} = 9{,}5271077$$
$$\log \sin \tfrac{s}{2} = 9{,}7635539$$

$$\tfrac{1}{2} s = 35^\circ.\ 27'.\ 44'',\ 52$$
$$s = 70\ .\ 55\ .\ 29\ ,\ 04 = 4^h.\ 43'.\ 41'',\ 94$$

Genaue Zeitgleich.	$= +\ 2.34\ ,\ 63$
Mittlere Zeit	$= 4\ .\ 46.16\ ,\ 57$
Uhrzeit	$= 4\ .\ 51.47\ ,\ 03$

Correction der Uhr gegen mittlere Zeit $= -\ 5'.30'',\ 46$

Mit dieser Correction der Uhr findet man $\delta = +\ 11^\circ.\ 37'.51'',\ 4$ und damit definitive Correction der Uhr gegen mittlere Zeit $= -5'.\ 30'',\ 48$

Hätte man das Mittel der Lesungen nach der oben in 3. gegebenen Vorschrift corrigiren wollen, so hätte sich die Correction

$$-(n - m^2\ \text{cotang}\ z)\ \Sigma = -0'',\ 7$$

ergeben. Wir werden bei einer andern Gelegenheit die umständliche Berechnung dieser Verbesserung mittheilen.

Die Refraction wurde hier nach Tafel XIX von *Littrow's Vorlesungen* berechnet, aus dem Berliner Jahrbuche hätte man gefunden:

$\log \text{cotang}\,(68^\circ.\ 22'.\ 36'',\ 9) =$	$0{,}4019$	$\log B =$	$0{,}0028$
$\log \alpha =$	$1{,}7583$	$\log T =$	$-0{,}0013$
$\log B + \log T =$	$0{,}0015$		$0{,}0015$
	$2{,}1617$	$\log \gamma =$	$-0{,}0266$
$\lambda \log \gamma =$	$-0{,}0268$	$\lambda =$	$1{,}0098$
$\log r =$	$2{,}1349$	$\lambda \log \gamma =$	$-0{,}0268$
$r =$	$2'.16'',\ 4$		

und dieses Resultat kann allerdings für genauer als das obige gelten.

§. 87. Alle bisher gegebenen Methoden der Zeitbestimmung sind vollständige das heisst solche, welche uns den Stand, und somit auch, wenn diess mehrere Tage hintereinander geschieht, den Gang der Uhr kennen lehren. Handelt es sich aber darum, bloss den Gang zu erfahren, wie dieses z. B. auf den Zwischen-Stationen bei Blickfeuer-Operationen der Fall ist, so kann man unter gewissen Umständen sich mit den Beobachtungen von Sternverschwindungen hinter einem terrestrischen, ziemlich entfernten und nicht zu niedrigen Gegenstande mittelst eines unveränderlich an der Mauer befestigten, schwach vergrössernden einfachen Fernrohres (die besseren der gewöhnlichen Zugfernröhre reichen hierzu hin) begnügen.

Ginge die Uhr genau nach Sternzeit, d. h. hätte sie gegen Sternzeit den Gang 0, so würde sie im Augenblicke der Verschwindung eines gewissen Sternes immer dasselbe zeigen; die Differenzen in diesen Uhrzeiten der Ver-

schwindung an den verschiedenen Tagen sind also unmittelbar die täglichen Gänge der Uhr gegen Sternzeit, woraus man mit Leichtigkeit die Gänge gegen mittlere Zeit ableiten kann. Sicherheitshalber wird man wieder mehrere Sterne auf diese Weise beobachten.

Diese Methode ist so einfach, dass wir uns hier wohl der Erläuterung durch ein Beispiel begeben können.

Zweites Capitel.

Von der Bestimmung der geografischen Breite.

§. 88. Hat man von einem Gestirne im Augenblicke seines Durchganges durch den Meridian die Zenithdistanz gemessen, und ist z diese von Libelle, Collimationsfehler des Verticalkreises, Refraction, Parallaxe und Halbmesser (siehe §. 86.) befreite Zenithdistanz, so erhält man die gesuchte Aequatorhöhe $\psi = 90^0 - \varphi$ unmittelbar aus

$\psi = p - z$, wenn das Gestirn südlich culminirte,

$\psi = z + p$, für nördliche obere } Culminationen

$\psi = z - p$, für nördliche untere } Culminationen

wo p die Poldistanz des Gestirnes $= 90^0 - \delta$ bezeichnet.

Diese Methode, die Polhöhe zu bestimmen, empfiehlt sich sehr durch ihre Einfacheit und Genauigkeit. Dieselbe kann und sollte immer mit der Zeitbestimmung am Meridiankreise oder Universal-Instrumente durch beobachtete Meridian-Passagen verbunden werden, indem man das Gestirn in der Nähe des Haupt-Verticalfadens auf den Horizontalfaden einstellt und nach beobachtetem Durchgange den Verticalkreis so wie dessen Libelle abliest.

Sollte man den Collimationsfehler des Verticalkreises nicht kennen, so beobachte man zwei Sterne, den einen südlich, den andern nördlich vom Zenithe. Sind z und z' die mit allen Correctionen, ausgenommen den Collimationsfehler, verbesserten Zenithdistanzen, p und p' die Poldistanzen der beiden Gestirne, so hat man unabhängig vom Collimationsfehler

$$\psi = \tfrac{1}{2}(z' - z) - \tfrac{1}{2}(p' - p)$$

wenn der eine Stern südlich, der andere in einer unteren Culmination stand, und

$$\psi = \tfrac{1}{2}(z' - z) + \tfrac{1}{2}(p' + p)$$

wenn ein Stern südlich, der andere in seiner oberen Culmination stand.

Befanden die beiden Sterne sich nahe in gleicher Höhe, so werden Fehler in der Refraction nahe ohne Einfluss sein, was aber nur bei sehr niedriger Stellung der Gestirne in Betracht kommen kann.

Immer aber wird man in ihrer Position sehr genau bekannte Gestirne, also entweder Haupt-Sterne aus dem Berliner Jahrbuche, oder die Sonne zu diesen Bestimmungen benützen.

§. 89. Wollte man sich auf die Beobachtungen der eigentlichen Meridianhöhen beschränken, so läge jeder Polhöhen-Bestimmung nur *eine* Beobachtung zu Grunde, und man müsste mehrere Monate hindurch beobachten, um die nöthige Genauigkeit des Resultates zu erzielen. Um nun die Beobachtungen zu vervielfältigen, und so in kurzer Zeit sehr verlässliche Bestimmungen zu erhalten, nimmt man kurz vor und nach der Culmination mehrere Messungen vor, und reducirt diese sogenannten *Circum-Meridianhöhen* auf den Meridian, um dann aus allen diesen Beobachtungen zusammen eine Bestimmung der Polhöhe abzuleiten. Hiezu kann nun wieder jedes in seiner Position genau bekannte Gestirn benützt werden; dem Pole nahe Sterne haben den Vortheil, dass man sich, ohne der Genauigkeit des Resultates zu schaden, viel weiter vom Meridiane entfernen kann (bei den beiden Polarsternen wohl eine halbe Stunde und darüber) und mehr Beobachtungen in derselben Zeit erhält. Wir wollen uns daher hier auf solche Sterne beschränken.

Das dabei zu befolgende Verfahren ist folgendes:

Man nimmt aus sämmtlichen von der Libelle corrigirten Lesungen das Mittel, und reducirt dasselbe auf den Meridian mittelst des Ausdruckes

$$\mp M\Sigma' \mp M^2\Sigma'' \; cotg\,(p \mp \psi)$$

$$\text{wo } M = \frac{sin\, p\; sin\, \psi}{sin\,(\psi \mp p)},$$

Σ' und Σ'' beziehungsweise die, durch die Anzahl der Beobachtungen dividirte Summe aller, für jede Beobachtung besonders berechneten Werthe $\frac{2\, sin^2 \frac{s}{2}}{sin\, 1''}$ und $\frac{2\, sin^4 \frac{s}{2}}{sin\, 1''}$ bedeuten (die oberen Zeichen für obere Culminationen) und die Stundenwinkel s von der *zunächst liegenden* Culmination zu zählen sind.

Hat die Uhr einen starken Gang gegen Sternzeit, so ist die so erhaltene Reduction auf den Meridian noch durch

$$A = 1 + 0{,}0000231.a$$

zu multipliciren, wo a den täglichen Gang der Uhr gegen Sternzeit in Secunden ausgedrückt bezeichnet, und negativ bei Acceleration, positiv bei Retardation zu nehmen ist. In den meisten Fällen ist dieser Factor zu klein, um berücksichtigt zu werden.

Die Ausdrücke $\frac{2\,sin^2\,\frac{s}{2}}{sin\,1''}$ und $\frac{2\,sin^4\,\frac{s}{2}}{sin\,1''}$ findet man in *Littrow's* Vorlesungen II. Th. pag. 261 und 300, in *Schumacher's* Hilfstafeln u. a. mit den Stundenwinkeln s als Argument. Um diese Stundenwinkel zu erhalten bringt man die Correction x der Uhr an die Rectascension α für obere, oder $\alpha - 12^h$ für untere Culminationen des Gestirnes mit verkehrtem Zeichen an, und findet so die Uhrzeit T der Culmination, welche mit den einzelnen Beobachtungs-Uhrzeiten verglichen, unmittelbar die Stundenwinkel gibt. Die Grösse ψ muss, wie man sieht, zur Berechnung obiger Reduction bereits beiläufig bekannt sein.

Zu der hieraus folgenden Meridianlesung fügt man die früher (§. 86.) erwähnten Correctionen: Collimationsfehler und Refraction hinzu, die so erhaltene wahre Meridian-Zenithdistanz z gibt dann wie oben (§. 88.) mit

$$\left.\begin{array}{l}\psi = z + p \text{ für obere} \\ \psi = z - p \text{ für untere}\end{array}\right\} \text{Culminationen}$$

die gesuchte Aequatorhöhe.

Hätte man nicht in alle Beobachtungen gleiches Vertrauen, so würde man wieder, wie oben, nicht das Mittel aller Lesungen, sondern jede einzelne Lesung auf den Meridian reduciren, und die zu sehr abweichenden Beobachtungen weglassen. In diesem Falle hätte man natürlich in dem obigen Ausdrucke für die Reduction statt Σ' und Σ'' die einzelnen Werthe $\frac{2\,sin^2\,\frac{s}{2}}{sin\,1''}$ und $\frac{2\,sin^4\,\frac{s}{2}}{sin\,1''}$ zu setzen.

Zur Erläuterung des Ganzen folgt hier wieder ein Beispiel.

Die Beobachtungen wurden mit einem Multiplicationskreise an einem Orte, dessen Aequatorhöhe beiläufig $43^0.\,41'$ betrug, und der nahezu im Meridiane von Berlin lag, angestellt.

Circum-Meridianhöhen.

1840 October 27. ♂ *α Ursae minoris.* Obere Culmination

Libelle N	Libelle S	Nr.	Uhrzeiten	Stunden-Winkel	$\frac{2\sin^2\frac{s}{2}}{\sin 1''}$	$\frac{2\sin^4\frac{s}{2}}{\sin 1''}$
24,2	23,0	1	0h.33′.25″, 0	29′.24″, 73	1696″, 24	6″, 97
22,2	26,5	2	35.30 , 0	27.19 , 73	1464 , 74	5 , 20
25,0	23,2	3	37.53 , 0	24.56 , 73	1220 , 65	3 , 61
25,0	23,0	4	40.28 , 0	22.21 , 73	981 , 09	2 , 33
24,0	24,0	5	43.29 , 0	19.20 , 73	734 , 40	1 , 30
24,5	23,5	6	45.38 , 0	17.11 , 73	580 , 30	0 , 81
23,0	25,0	7	48.16 , 0	14.33 , 73	416 , 23	0 , 42
26,0	22,0	8	50. 9 , 0	12.40 , 73	315 , 55	0 , 24
23,8	24,2	9	52.14 , 0	10.35 , 73	220 , 39	0 , 12
22,5	26,0	10	53.30 , 0	9.19 , 73	170 , 85	0 , 07
				Summe =	7800 , 44	21, 07

Vernier

I = 0°, 0000
II = 99 , 9995
III = 200 , 0025
IV = 300 , 0000

0 , 0005
I = 68 , 2370
II = 2375
III = 2385
IV = 2370

68 , 2375
468 , 2370
46 , 8237

Refraction.

Barom. 27″. 10‴, 25 PM
Inn. Th. + 3°, 3 R
Aeus.Th. − 0 , 6

log R = 1,73250
\+ 0,00212 $n = 0,0..$
Bar. 9,99772
In. Th. 9,99967
A. Th. 0,00000
log r = 1,73201
r = 53″, 95

240,4
240,2
+0,2
0,02
$\frac{\kappa}{2}$ = 2,215
L. = 0,04

α = 1h.2′.54″,35
−x = − 4 ,62
T = 1 . 2 .49 ,73
δ = 88°.27′.50″,18
p = 1 .32. 9 ,82

Vorläufiges ψ = 43°.41′

Σ = 780,044; Σ' = 2,107

42°. 8′, 28′, 79
Lib = + 0 , 04
Mittel der Lesungen = 42 . 8 . 28 , 83
Reduct. auf den Merid. = − 21 , 52
42 , 8 . 7 , 31
r = + 53 , 95
z = 42 . 9 . 1 , 26
p = 1 . 32 . 9 , 82
$\psi = z + p$ = 43 . 41.11 , 08
Breite = 46°. 18′.48″, 92

Correction wegen des Uhrganges.

α = + 0″, 04
A = 1 + 0,0000231. α = 1

Reduction auf den Meridian.

$I = M\Sigma$

$\log \sin p = 8,42825$
$\log \sin \psi = 9,83930$
$c\,l \sin(\psi - p) = 0,17323$
$\log M = 8,44078$
$\log \Sigma = 2,89212$
$\log I = 1,33290$

$II = M^2 \Sigma' \operatorname{cotg}(p - \psi)$

$2 \log M = 6,88156$
$\log \Sigma' = 0,32366$
$l \cot(p - \psi) = 0,04328-$
$\log II = 7,24850-$
$II = 0'', 00$
$I = 21 , 52$
$-I - II = -21'', 52$
Factor $A = 1 , 00$
Reduction = −21″. 52

§. 90. Da Circummeridianhöhen den Beobachter ebenfalls zwingen, die Zeit der Culmination wenigstens nahezu abzuwarten, so werden auch auf diese Weise in einer gewissen Zeit verhältnissmässig nur wenige Bestimmungen der geografischen Breite gemacht werden. In der nun folgenden Methode werden zu jeder beliebigen Zeit also in irgend einem Punkte des Parallels gemessene Zenithdistanzen des Polarsternes *α Ursae minoris* zur Ableitung der Polhöhe benützt, und auf diesem Wege kann man daher schon in einer einzigen heiteren Nacht die Breite mit grosser Genauigkeit bestimmen.

Ist wieder wie früher z, die nach Anbringung aller Correctionen erhaltene Zenithdistanz, so hat man die gesuchte Aequatorhöhe

$$\psi = z + p\cos s - M\,\mathrm{cotg}\,z + N$$

wo M und N aus Hilfs-Tabelle IV mit dem Stundenwinkel gefunden wird, und die übrigen Zeichen die früheren Bedeutungen haben. Jene Hilfs-Tabelle ist für $p = 1^{\circ}30'$ berechnet; für andere Werthe von p sind die aus der Tabelle erhaltenen Grössen M und N noch mit einem dort angegebenen Factor zu multipliciren.

Nach dieser Methode wird man wieder aus allen Beobachtungszeiten das Mittel nehmen, und für diese Zeit entweder sofort das Mittel der Lesungen gelten lassen, oder man wird genauer, wie oben (§. 85.) dem Mittel der Lesungen die Correction

$$-(n - m^2\,\mathrm{cotg}\,Z)\,\Sigma$$

hinzufügen, wo wieder n, m, Z mit den früheren Bedeutungen für das Mittel der Beobachtungszeiten gehören, Σ die durch die Anzahl der Beobachtungen dividirte Summe aller für jede Beobachtung besonders berechneten Werthe $\frac{2\sin^2\frac{\Theta}{2}}{\sin 1''}$, und Θ die Abstände der einzelnen Beobachtungen vom Mittel der Zeiten, in Secunden ausgedrückt, bezeichnet. Die Grösse Z findet man unmittelbar durch Anbringung des Collimationsfehlers an das Mittel der Lesungen.

Die so erhaltene, eigentlich erst für die Rechnung dienende beobachtete Zenithdistanz von Collimationsfehler des Verticalkreises, und Refraction befreit, gibt die Grösse z. Bringt man an das Mittel der Uhrzeiten die Correction der Uhr an, so findet man mit der aus der Ephemeride bekannten Rectascension den Stundenwinkel s, und damit so wie mit der ebenfalls aus der Ephemeride gegebenen Poldistanz die übrigen Glieder der obigen Formel.

Als Beispiel folgt hier die Berechnung einer Reihe von Beobachtungen, die mit einem Universal-Instrumente in Wien angestellt wurden, wobei wir wieder Kürze halber bei den ersten Decimalen der Secunde stehen bleiben.

Breite-Bestimmung. 1839 Oct. 5. ♄ *α Ursae minoris.*

Nr.	Lage des Kreis.	Uhrzeiten	θ	$\frac{2 \sin^2 \frac{\theta}{2}}{\sin 1''}$	Von Libelle corrigirte Lesungen	Refraction.
1	K. O.	20ʰ. 14′. 54″. 0	4′.33″, 5	40″, 7	147°. 49′. 48″, 0	Barom. 28″, 00 *P. M.*
2		15 . 53 , 0	3.34 , 5	25 , 1	50 . 13 , 0	Inn. Therm. + 10°, 0 *R*
3		16 . 54 , 0	2.33 , 5	12 , 9	50 . 36 , 0	Aeuss. Therm. + 10°, 5 *R*
4		17 . 54 , 0	1.33 , 5	4 , 7	50 . 57 , 0	
5		18 . 55 , 0	0.32 , 5	0 , 6	51 . 23 , 3	*log R* = 1,7173
6		20 . 0 , 0	0.32 , 5	0 , 6	51 . 46 , 6	41
7		21 . 1 , 0	1.33 , 5	4 , 7	52 . 7 , 2	*B* = 0,0000
8		21 . 57 , 0	2.29 , 5	12 , 2	52 . 29 , 9	Inn. Therm = 9,9990
9		22 . 47 , 0	3.19 , 5	21 , 7	52 . 49 , 9	1,7204
10		24 . 20 . 0	4.52 , 5	46 , 7	53 . 9 , 3	Aeuss. Therm. = −0,0203
		Mittel = 20 . 19 . 27 , 5		Σ = 16,99	147 . 51 . 32 , 0	*log r* = 1,7001
		Cor. d. U. g. Stz. = − 9 , 1	Corr. d. Mitt. =		−0 , 1	*r* = 50″, 1
		Sternzeit = 20. 19 . 18 , 4			147 . 51 . 31 , 9	Correction des Mittels der
		AR = 1. 1 . 12 , 9	Collim. Fehler =		189. 7 . 45 , 9	Lesungen.
		s = 19. 18. 5 , 5			41 . 16 . 14 , 0	Z = 41°. 16′
		= 289° 31′, 22″, 5				δ = 88°. 25′

Berechnung der Breite		
		log cos δ = 8,4403
		log cos φ = 9,8237
		log sin s = 9,9743 −
		compl log sin Z = 0,1806
		log m = 8,4189 −
41°. 16′. 14″, 0	δ = 88°. 25 . 14,09	*log m²* = 6,8378
Refraction + 50 , 1	*p* = 1 . 34 . 45,91	*log cotg* Z = 0,0565
	= 5685,91	
z = 41 . 17 . 4 . 1	*log p* = 3,75480	*log m² cotg* Z = 6,8943
p cos s = 31 . 40 , 1	*log cos s* = 9.52396	*m² cotg* Z = 0,0008
41 . 48 . 44 , 2	*log p cos s* = 3,27876	
M cotg z = − 1 . 19 , 3	*p cos s* = 31′. 40″, 1	*log m* = 8,4189 −
41 . 47 . 24 , 9		*log cotg s* = 9,5496 −
N = + 0 , 5	*M* = 69,60	*log n* = 7,9685
ψ 41 . 47 . 25 , 4	*log M* = 1,8426	*n* = + 0,0093
Breite = 48 . 12 . 34 , 6	*lsg cotg z* = 0,0565	*m² cotg z* = 0,0008
	log M cotg z = 1,8991	*n − m² cotg z* = + 0,0085
	M cotg. z = −1′. 19″, 3	Σ = 16,99
		Corr. des Mittels = −0″, 14

§. 91. Handelt es sich nicht um absolute Polhöhen, sondern um die Differenz zweier Polhöhen, wie diess z. B. bei der Ableitung eines Meridianbogens aus einer geodätischen Vermessung der Fall ist, so werden als die vorzüglichste Methode immer Beobachtungen mittelst des Mittagsrohres im ersten Verticale anzusehen sein. Da diese Methode einerseits nur selten Anwendung findet, andrerseits aber bloss einem geübten Beobachter anvertraut wird, der keiner umständlichen Anleitung bedarf, so werden wir uns hier auf eine allgemeine Anzeige derselben beschränken. Eine vollständige Auseinandersetzung davon findet man in dem Anhange zum Berliner Jahrbuche von 1843.

Sind t und t' die Sternzeiten der Durchgänge eines Sternes am verticalen Hauptfaden des Instrumentes östlich und westlich vom Zenithe, so hat man die Polhöhe aus der Gleichung

$$tg\,\varphi = \frac{cotg.\,p\,cos\,\frac{1}{2}(t'+t-2\alpha)}{cos\,\frac{1}{2}\,(t'-t)}$$

wo α und p wie früher Rectascension und Poldistanz des beobachteten Gestirnes bedeuten.

Je näher der Stern am Zenithe culminirt, desto geringeren Einfluss werden Fehler der Zeitbestimmung auf das Resultat äussern. Beobachtet man denselben Stern in beiden Orten, deren Polhöhen-Differenz bestimmt werden soll, so ist man von Fehlern der zu Grunde gelegten Poldistanz ganz unabhängig. Stellt man endlich diese Beobachtungen einen Tag bei Kreis Süd, den andern Tag bei Kreis Nord, und so fort jeden Tag mit umgekehrter Achse an, so werden alle von Unvollkommenheiten des Instrumentes herrührenden Fehler eliminirt, und hierin liegt eigentlich der grosse Vortheil, den diese Methode in gewissen Fällen bietet.

§. 92. Die Längenbestimmungen erfordern entweder ebenso einen bereits sehr erfahrenen Beobachter und Rechner, oder sie sind so einfach, dass die Auseinandersetzung der hieher gehörigen Methoden in den verschiedenen Compendien über Astronomie immer als hinreichend gelten kann; wir gehen daher unmittelbar zu der Bestimmung des Azimuths über.

Drittes Capitel.

Von der Bestimmung des Azimuths.

§. 93. Von den oben (pag. 71 und 72) angeführten Methoden, das Azimuth zu bestimmen, wurde die unter Nr. 2 erwähnte durch das hier (pag. 161) vom Mittagsrohre bei Gelegenheit der Zeitbestimmung Gesagte bereits vollkommen erörtert; von den beiden andern Methoden verdient die Beobachtung eines Polarsternes, am besten α *Ursae minoris*, vor der Beobachtung der Sonne in Rücksicht sowohl der Bequemlichkeit als der Genauigkeit so sehr den Vorzug, dass wir uns hier auf die Auseinandersetzung dieser einen Methode beschränken, und dabei voraussetzen werden, dass man mit einem Universal-Instrumente oder einem Theodoliten arbeite.

Stellt man zuerst den verticalen Hauptfaden des Instrumentes auf das im Azimuthe zu bestimmende terrestrische Object, liest man hier die Verniere des Azimuthalkreises, und ist O das Mittel dieser Verniere; pointirt man hierauf ebenso den Polarstern, und notirt hier nebst der Lesung L des Azimuthalkreises die Uhrzeit, so findet man mittelst der bekannten Correction

der Uhr den Stundenwinkel s, mit diesem Stundenwinkel aber und der Poldistanz p (in Secunden ausgedrückt) sofort das Azimuth W des Sternes aus der Gleichung

$$W = -A - B - C$$

$$\text{wo } A = p\frac{\sin s}{\cos \varphi}, \quad B = \frac{p^2 \tang \varphi}{2 \cos \varphi} \sin 2s. \sin 1''$$

$$\text{und } C = A.\frac{p^2 \sin^2 1''}{3 \cos^2 \varphi}\left\{ \cos^2 \varphi + 3 \sin^2 \varphi \cos^2 s - \sin^2 s \right\}$$

und daraus durch Vergleich mit L und O sofort das gesuchte Azimuth des Objectes. Hiebei bedeutet ein positives W, dass der Stern östlich vom Meridian stand, und immer bezieht sich W auf den Nordpunkt.

Handelt es sich um ein sehr genaues Resultat, so wird man auch hier wieder die Bestimmung so oft als möglich wiederholen, und aus den sämmtlichen Ergebnissen das Mittel nehmen. Um aber dabei nicht obige Gleichung jedesmal wenigstens in Beziehung auf die veränderliche Grösse s von Neuem berechnen zu müssen, kann man ein, dem oben bereits an mehreren Orten vorgetragenen, analoges Verfahren einschlagen.

Nachdem man das terrestrische Object visirt, pointire man den Stern mehrere Male hintereinander, und notire jedesmal Lesung des Azimuthalkreises und Uhrzeit, nehme hierauf aus sämmtlichen Lesungen das Mittel L, so wie aus sämmtlichen Uhrzeiten das Mittel t, und bringe an das Mittel L die Correction

$$-M. \Sigma$$

an, wo $M = A \sin 1'' + 4 B \sin 1''$, ferner Σ die durch die Anzahl N der Beobachtungen getheilte Summe der Ausdrücke $\frac{2 \sin^2 \frac{\theta}{2}}{\sin 1''}$ ist, und θ die Differenzen der einzelnen Uhrzeiten vom Mittel t bezeichnet.

Das so erhaltene corigirte Mittel W' der Lesungen ist im weiteren Verlaufe der Rechnung als eigentliche zur Uhrzeit t angestellte Beobachtung des Sternes zu betrachten.

Für dieselbe Uhrzeit t findet man nämlich aus obigem Ausdrucke das Azimuth W des Gestirnes, und die Vergleichung der Grössen W' und W gibt sofort den Nordpunkt des Azimuthalkreises, somit auch mit der Lesung O das gesuchte Azimuth des terrestrischen Objectes, wobei immer auf die Lage des Objectes gsgen den Meridian und die Richtung der Theilung Rücksicht zu nehmen ist.

Die Grösse A wird jedesmal von vorn zu berechnen sein, die Grössen B und C aber kann man ihrer geringen Aenderung wegen, und da man immer längere Zeit am selben Orte (wo φ constant ist) verweilt, und nahezu in denselben Stunden (kurz vor oder nach Untergang der Sonne, um

Object und Stern zugleich gut wahrzunehmen) beobachtet, in Tafeln bringen, die entweder die Werthe s und p als doppelten Eingang haben, oder nur für verschiedene Werthe von s und einen gewissen Werth von p gerechnet sind, wo dann für andere Werthe von p eine kleine, im voraus leicht zu bestimmende Correction anzubringen ist, mit der man die in den beiden Tafeln gefundenen Werthe von B und C jedesmal zu multipliciren hat, bevor weiterer Gebrauch von denselben gemacht wird. In den meisten Fällen wird es hinreichen, die Tafel für B von 10 zu 10 Minuten des Stundenwinkels, die Tafel für C von 30 zu 30 Minuten des Stundenwinkels zu berechnen.

§. 94. Wir wollen nun wieder das Obige durch ein Beispiel erläutern, wobei wir die Beobachtung mit einem Universal-Instrument gemacht annehmen.

1840. October 23. *α Ursae minoris.* Object westlich vom Meridiane. Theilung von Süd nach West.

Nr.	Uhrzeiten	Lage des Oculars	Collimirtes terrestrisches Object		Lesungen am Azimuthalkreise.				
					Vernier I	II	III	IV	Mittel
		W	Kurtits		269°. 8'. 12	14″	18″	12″	8'. 14″, 0
			θ	$\frac{2 \sin^2 \frac{\theta}{2}}{\sin 1''}$					
1	18ʰ. 35'.42″, 0		13'. 4″, 3	335″, 41	344 . 4. 0	0	12	6	4. 4 , 5
2	41 .16 , 0		7.30 , 3	110 , 58	14	16	24	18	4.18 , 0
3	43.37 , 0		5. 9 , 3	52 , 17	26	28	40	30	4.31 , 0
4	45.47 , 0		2.59 , 3	17 , 53	32	34	44	36	4.36 , 5
5	48.18 , 0		0.28 , 3	0 , 44	40	44	54	44	4.45 , 5
6	50.20 , 0		1.33 , 7	4 , 79	48	50	60	54	4.53 , 0
7	52.30 , 0		3.43 , 7	27 , 29	56	58	66	58	4.59 , 5
8	54.40 , 0		5.53 , 7	68 , 23	58	60	66	60	5. 1 , 0
9	56.47 , 0		8. 0 , 7	126 , 01	5 . 0	2	10	2	5. 3 , 5
10	58.46 , 0		9.59 , 7	196 , 12	5 . 0	4	12	4	5. [illegible] , 0

$t = 18^h. 48'. 46'', 30$
Cor. d. U. $= + \quad 5 , 43$
$T = 18^h. 48'. 51'', 73$
$\alpha = \quad 1. \; 2.54 , 57$
$s = 17^h. 45'. 57'', 16 = 266°. 29'. 17 , 4;$
$2 s \quad = 172 . 58 . 34 , 8$

Summe | 938 , 57
$\Sigma = 93 , 857$

$L = 344°. 4'. 43'', 75$
Correction $+ \quad 3 , 61$
$W' = 344°. 4'. 47'', 36$

Berechnung

$\varphi = 46°. 18'. 47'', 52$; $p = 1°. 32'. 11'', 32 = 5531'', 32$

$\log p = 3{,}7428288$	$\log p^2 = 7{,}48566$	$\log 2 = 0{,}30103$
$\log \sin s = 9{,}9991836-$	$l\, tg\, \varphi = 0{,}01991$	$\log \cos \varphi = 9{,}83930$
$c\, l \cos \varphi = 0{,}1607005$	$l \sin 2s = 9{,}08735$	$l\, 2 \cos \varphi = 0{,}14033$
$\log A = 3{,}9027129-$	$\log \sin 1'' = 4{,}68557$	
$A = -7993'',06$	$c\, l\, 2 \cos \varphi = 9{,}85967$	
$A \sin 1'' = -0{,}0388$	$\log B = 1{,}13816$	
$4B \sin 1'' = +0{,}0003$	$B = +13'',75$	
$M = -0{,}0385$		

$-A = 7993'', 06$
$-B = -13 , 75$
$-C = -\; 2 , 06$
$W = \; 7977{,}25 = \; 2 . 12 . 57 , 25$
$W' = 344 . \; 4 . 47 , 36$

Nordpunkt des
Azimuthalkreis $= 341 . 51 . 50 , 11$
$O = 269 . \; 8 . 14 , 00$
Azimuth $= \; 72 . 43 . 36 , 11$
Reduction ad Centrum $= + \quad 13 , 68$
Suppl. Azimuth von Kurtits $= \; 72 . 43 . 49 , 79$
Azimuth von Kurtits $= 107 . 16 . 10 , 21$

$-M\Sigma = \quad +3{,}61$

$\log A = 3{,}90271-$	$\log 3 = 0{,}47712$	$\log 3 = 0{,}47712$
$\log p^2 = 7{,}48566$	$\log \cos^2\varphi = 9{,}67860$	$\log \sin^2\varphi = 9{,}71843$
$\log \sin^2 1'' = 9{,}37115$	$l\,3 \cos^2\varphi = 0{,}15572$	$\log \cos^2 s = 7{,}57428$
$c\,l\,3 \cos^2\varphi = 9{,}84428$		$7{,}76983$
$0{,}60380- = \log(-4{,}0161)$		$= \log 0{,}0059$
	$-0{,}5132$	
	$C = +\ 2{,}06$	$\cos^2\varphi = 0{,}4771$
		$0{,}4830$
		$\sin^2 s = 0{,}9962$
		$-0{,}5132$

Zweites Hauptstück.

Von der Benützung der trigonometrischen Resultate zur Darstellung der Erdoberfläche.

§. 95. Sind die Berechnungen bis hieher gediehen, so ist man in den Stand gesetzt, mittelst der gefundenen Resultate die gemessene Länderstrecke nach der Natur darzustellen, durch ein Verfahren, welches im Allgemeinen *Projection der Karten* heisst, und eben so verschieden sein kann als die Absichten, die man erreichen will.

I. Abschnitt.

Von den Projectionen und Fundamental-Dispositionen zur Construirung von Special- und General-Karten.

Erstes Capitel.

Von den Projectionen im Allgemeinen.

§. 96. Es ist einleuchtend, dass ein getreues Bild der Erdoberfläche oder eines Theiles derselben, eigentlich nur auf einer Kugeloberfläche entworfen werden kann, und dass folglich die Darstellung desselben auf einer Ebene gewisse Abweichungen in den gegenseitigen Entfernungen der Punkte, in der Ausdehnung u. s. w. unausweichlich zur Folge haben müsse. Anfangs bediente man sich zu dieser Darstellung folgender Methode: Man dachte sich durch einen willkührlichen, jedoch bekannten Punkt, wohin das Auge gesetzt wird, und durch den Erdmittelpunkt eine gerade Linie gezogen, und legte gegen dieselbe eine senkrechte Ebene, welche die *Projections-Ebene* ist, auf welcher nämlich das Bild entworfen wird. Zieht man nun vom Auge aus, nach allen Punkten der abzubildenden Oberfläche gerade Linien, so erhält

man durch die Verbindung der Durchschnittspunkte dieser Linien und der Projections-Ebene, das Bild dieser Oberfläche.

Diese Methode heisst die *stereografische* und dient gewöhnlich zur Construction der Halbkugel-Oberflächen.

Später setzte man das Auge in unendliche Entfernung von der Projections-Ebene, wodurch alle nach den darzustellenden Punkten gezogenen Linien unter sich parallel und auf der Projections-Ebene senkrecht stehen. Diese Methode heisst die *ortografishe*, und ungeachtet sie einigen Vortheil vor der ersterwähnten gewährt, scheint sie dennoch wenig Anwendung zu finden, wahrscheinlich weil die Meridian- und Parallelbögen, welche nach dieser Methode eine elliptische Krümmung erhalten, im allgemeinen schwerer zu beschreiben sind als die Kreisbögen.

So gut nun die stereografische Projection zur Darstellung der Hemisphären dient, so ist sie doch nicht geeignet einen kleineren Theil der Erdoberfläche, oder selbst einen ganzen Erdtheil, wie Europa, Asien u. s. w. darzustellen, weil das Bild jener Punkte, die vom Centro der Projection entfernt liegen, auf eine unleidliche Weise verunstaltet würde.

Um aber doch die Zeichnung dem Urbilde möglichst ähnlich zu machen, nahm man andere Methoden zu Hülfe, welche darin bestehen, dass man auf der Ebene des Papiers ein System von geraden oder krummen Linien entwickelt, um die Meridiane und Parallelkreise darzustellen, und sodann jeden einzelnen Punkt in dieses Netz nach seiner correspondirenden Länge und Breite aufträgt.

Diess kann nun auf verschiedene Weise geschehen, wobei immer zu berücksichtigen bleibt, dass solche Projectionen leicht zu beschreibende Linien enthalten müssen, welche das Bild eines beschränkten Theiles der Erdoberfläche so wenig als möglich verunstalten. Man erreicht diesen Zweck auch schon nahe dadurch, dass man eine zwischen zwei Parallelkreisen enthaltene Erdzone als eine Kegelzone ansieht, wobei denn die Meridiane als gerade in der Spitze des Kegels zusammenlaufende Linien, die Parallelkreise aber als concentrische Kreise aufgetragen werden, die in der Spitze des Kegels ihren Mittelpunkt haben. Ohne jedoch aller dieser Verzeichnungs-Methoden zu erwähnen, wird es für den vorgesetzten Zweck dieser Instruction genügen, bloss die allgemein üblichen und bereits im Calcul-Bureau angenommenen, näher zu beleuchten.

Zweites Capitel.

Projections-Methode von Cassini.

§. 97. Diese besteht darin, dass alle trigonometrischen Punkte auf zwei Linien bezogen werden, die sich in dem Hauptpunkte der Karte unter einem rechten Winkel durchschneiden, und von welchen die eine den Haupt-Meridian, die andere den Haupt-Perpendikel vorstellt. Zu diesen Hauptlinien werden sodann die Parallelen für die andern Punkte der Karte gezogen, und hierauf die nach dem dritten Capitel dieses Theils berechneten Abscissen und Ordinaten aufgetragen.

Diese Projection dient für die Militair-Aufnahme im Mass-Stabe von 1 Wiener-Zoll = 400 Klafter, das ist $\frac{1}{28.800}$ der Natur, so wie für die Specialkarten der Provinzen zu $\frac{1}{3}$ oder $\frac{1}{5}$ des obenerwähnten Masses, $\frac{1}{86400}$ und $\frac{1}{144000}$ der Natur.

§. 98. Für das Auftragen der Punkte auf den Blättern wird folgende Anweisung gegeben: Es sei Fig. 18 (Taf. XI) ein Theil der Sectionen oder Blätter, auf welche die trigonometrisch bestimmten Punkte aufgetragen werden sollen.

Die Linie *ad*, oder die westliche Linie der Sectionen I1, I2, I12, und s. w. sei der fingirte Meridian, die Linie *ab* oder die nördliche Linie der Section I, II, XX und s. w. sei der fingirte Perpendikel.

Nachdem jede Section 24 Zoll, oder nach dem verjüngten Mass-Stabe 9600 Klafter lang, und 16 Zoll oder 6400 Klafter hoch ist, so wird die Höhenlinie zwischen I und II um 9600 Klafter, die Linie zwischen II und III um 9600×2, die Linie zwischen n und $n + 1$ um $9600 \times n$ von dem fingirten Meridian entfernt sein. Eben so wird die Längenlinie zwischen 1 und 2 um 6400 Klafter, die Linie zwischen 2 und 3 um 6400×2, die Linie zwischen 3 und 4 um 6400×3, endlich die Linie zwischen n und $n + 1$ um $6400 \times n$, vom fingirten Perpendikel abstehen.

Wenn man also den gefundenen Abstand vom fingirten Meridiane eines Punktes mit 9600, und jenen vom fingirten Perpendikel mit 6400 dividirt, und der Divisor in dem Dividenden genau enthalten ist, so wird der Quotient die Linien zwischen n und $n + 1$ anzeigen, worauf der Punkt fällt.

Ist aber der Divisor in dem Dividenden nicht genau enthalten, so müssen die Reste in die Section $n + 1$ übertragen werden, und zwar der Rest des Perpendikels von der Linken zur Rechten, der Rest des Meridians aber von der obern gegen die untere Sections-Linie; die Intersection dieser beiden, auf den Sections-Linien senkrecht stehenden Linien, gibt die wahre Lage des trigonometrischen Punktes an.

Das Abnehmen der gefundenen Länge von dem Mass-Stabe und das Auftragen derselben auf die Section, geschieht mittelst eines Stangenzirkels,

welcher mit einer Micrometer-Schraube versehen sein muss, um die Massen mit aller möglichen Schärfe nehmen zu können.

Sind jedoch die aufzutragenden Abstände so klein, dass man sie nicht wohl mit dem Stangenzirkel abnehmen kann, so ist der Rest des Abstandes vom fingirten Meridian von 9600 und jener des Abstandes vom fingirten Perpendikel von 6400 abzuziehen, und der letzte Rest des ersten von der Rechten zur Linken, und der letzte Rest des zweiten von der untern zur obern Sections-Linie aufzutragen.

Um zu prüfen, ob weder in der Rechnung noch im Auftragen ein Fehler vorgegangen sei, werden die mittelst der Abstände aufgetragenen Punkte durch ihre Dreiecksseiten geprüft, und nur dann als gut anerkannt, wenn die Endpunkte dieser Seiten genau mit ihnen zusammenfallen.

§. 99. Bei Construirung der Sectionen ist eine besondere Genauigkeit zu beobachten. Diese länglichen Vierecke dürfen durch keine andern Instrumente als den Stangenzirkel und das Lineal errichtet werden, nämlich durch die bekannte Verzeichnung zweier rechtwinkligen Dreiecke, (Taf. XI Fig. 19), *ABD* und *BCD*, deren Catheten *AB* = *CD* = 16 Zoll, *AD* = *BC* = 24 Zoll, und die gemeinschaftliche Hypothenuse = *BD* = 28,844 Zoll = 28″. 10‴, 128 im Wiener-Duodecimal-Masse, im Decimal-Masse würde jede der kleineren Catheten = 22″, 222, jede der grösseren = 33″, 333 und die Diagonale = 40″, 061 sein.

§. 100. Es seien nun die Punkte, deren Abstände berechnet worden sind, aufzutragen, und die hiezu gehörigen Sectionen bereits verzeichnet, so ist folgende Rechnung zu führen.

Punkt *A*.

187761,077 : 9600 = 19	279642,645 : 6400 = 43
9600	25600
91761	23642
86400	19200
5361,077	4442,645

XX. 44.

Punkt *B*.

191572,210 : 9600 = 19	275962,242 : 6400 = 43
9600	25600
95572	19962
86400	19200
9172,210	762,242

XX. 44.

Punkt *C.*

197908,091 : 9600 = 20	274249,478 : 6400 = 42
19200	25600
5908,091	18249
	12800
	5449,478

XXI. 43.

u. s. w. Die Zahlen XX 44, XXI 43 zeigen die Section an, in welche der aufzutragende Punkt fällt, und werden erhalten, wenn man zu den ganzen Zahlen der erhaltenen Quotiente 1 hinzuaddirt.

Auf gleiche Weise werden auch die Punkte für Special-Karten mit Berücksichtigung des für sie anzuwendenden Mass-Stabes aufgetragen.

§. 101. Um hierauf die Militair-Aufnahms-Sectionen und Blätter der Special-Karten zu gradiren, darf man nur die vier Ecken eines Blattes oder einer Section als trigonometrische Punkte betrachten, ihre Längen und Breiten nach *Oriani's* Formel (§. 72 und 73) berechnen, die Blattes- oder Sections-Linien vermöge des erhaltenen Resultates in Minuten oder gar in Secunden eintheilen, die gleichnamigen Eintheilungen mittelst gerader Linien zusammenziehen, und man wird die Länge und Breite eines jeden auf einer solchen Linie liegenden Punktes, oder was dasselbe ist, die Gradirung des Blattes oder der Section erhalten.

Will man z. B. die Section XXI 44 (Tafel XI Fig. 17) gradiren, so fällt der Punkt *H* in die Mitte dieser Section, weil man den fingirten Meridian und Perpendikel auf eine Entfernung von dem wahren so angenommen hat, dass der Wiener Stephansthurm, durch welchen der erste Meridian und Perpendikel geht, in die Mitte einer Section fallen muss. Da nun die Länge $= 34^\circ . 2' . 22''$, 50 und die Breite $= 48^\circ . 12' . 33''$, 36 des Stephansthurmes von Wien durch vieljährige astronomische Beobachtungen bekannt ist, so unterliegt es keiner Schwierigkeit die Längen und Breiten der vier Endpunkte nach der Formel *Oriani's* zu berechnen, weil man aus der Construction der Sectionen alle *P* und *M* kennt, denn es werden nach §§. 65. 87. die Punkte I, II, III und IV, $M = 3200$; $P = 4800$ Wiener-Klafter, die Punkte V, VI, VII und VIII (Taf. XI Fig. 18) $M = 9600$, $P = 14.400$ Wiener-Klafter haben u. s. w.

Es seien nun durch die Berechnung, die Längen und Breiten dergestalt gefunden, dass

vom Punkte I	die Länge	= 33°. 55′. 0″, 85
	die Breite	= 48 . 15 . 49 , 68
" II	die Länge	= 34 . 9 . 44 , 15
	die Breite	= 48 . 15 , 49 , 68

vom Punkte III	die Länge	=	33°. 55′. 1″, 89		
	die Breite	=	48 . 9.16 , 49		
„ IV	die Länge	=	34 . 9.43 , 11		
	die Breite	=	48 . 9.16 , 49		

wenn man von der Länge des Punktes II . = 34 . 9.44 , 15
die Länge des Punktes I = ... = 33 . 55. 0 , 85
abzieht, so erhält man den Rest. . . . = 0 . 14.43 , 30
883″, 30 = 9600 Wiener Klafter.

Will man nun die Sections-Linie I, II in Minuten eintheilen, so trage man (Fig. 17) an dem Punkt I gegen den Punkt II 59″, 15 oder $642^{Kl.}842$ auf, und bestimme dadurch 33°. 56′; dann trage man von dem Punkt II gegen den Punkt I 44″, 15 oder $479^{Kl.}837$ auf, und man wird hiedurch 34°. 9′ bestimmt haben; die Entfernung dieser zwei eben aufgetragenen Punkte theile man in dreizehn gleiche Theile, und die Gradirung der obern Sections-Linie ist vollendet.

Auf eben diese Art verfahre man mit den übrigen drei Sections-Linien z. B. die Breite des Punktes I = 48°. 15′. 49″, 68
„ „ „ „ III = 48 . 9.16 , 49
Rest = 0 . 6′. 33″, 19 = 393″, 19 = 6400 Wiener Klafter.

Man trägt von I gegen III 49″, 68 oder $808^{Kl.}647$ und bestimmt dadurch 48°. 15′, von III gegen I, trägt man 43″, 51 oder $708^{Kl.}217$ auf, und bestimmt hiemit 48°. 10′, die Entfernung zwischen beiden zuletzt bestimmten Punkten, theile man in fünf gleiche Theile, und die Sections-Linie I, III hat die ihr zukommende Gradirung erhalten.

Das Auftragen dieser Minuten und Secunden geschieht mit Hilfe des nämlichen Mass-Stabes, dessen man sich zum Auftragen der Punkte auf die Messtische bedient, wenn man, wie oben gezeigt, vorher den Werth der aufgetragenen Secunden in Wiener-Klaftern gesucht hat.

Drittes Capitel.

Projections-Methode von Flamstädt, modificirt von Bonne.

§. 102. Nach der Projections-Methode von *Flamstädt* im engeren Sinne genommen, sind sowohl der Haupt-Meridian als alle Parallelkreise in gerader Linie entwickelt, und bei der Annahme der sphärischen Gestalt der Erde die Gradlängen dieses Meridians auf der Karte unter sich alle gleich, und die Längen der Grade auf den Parallelkreisen (die auf ein und demselben Parallel-Bogen eben die nämliche Eigenschaft haben) im Verhältniss des Cosinus der Breite vom Aequator nach den Polen zu, im Abnehmen.

In der von *Bonne* modificirten Projection, welche im k. k. Militair geographischen Institute und bei den meisten Geografen ihre Anwendung findet, sind hingegen alle Parallele concentrische Kreise, die ihren gemeinschaftlichen Mittelpunkt auf der Haupt-Meridian-Linie haben. Die Entfernung dieses Mittelpunktes von dem mittleren Parallelkreise der Karte ist genau die Tangente des elliptischen Meridianbogens von dem Durchschnittspunkte des Parallels bis zur verlängerten Erdachse; somit würde, wenn der Meridian ein vollkommener Kreisbogen wäre, diese Entfernung der Cotangente der Breite des mittleren Parallelkreises gleich sein.

Wäre z. B. (Taf. XII Fig. 20) LL der mittlere Parallelkreis und $C\pi$ die halbe Erdachse, so wird die Tangente LO der Halbmesser für den Parallelkreis LL auf der zu projectirenden Karte.

§. 103. Ist nun nach dieser Vorausschickung (Taf. XII Fig. 21.) $OBAB'$ der Haupt-Meridian in gerader Linie dargestellt; O der Mittelpunkt aller Parallelkreise; A der Durchschnittspunkt des mittleren Parallels mit dem Haupt-Meridiane, daher $AO = OL$; so nimmt man gegen Nord Aa, aa', $a'a''$ u. s. w. und gegen Süd Ab, bb', $b'b''$ u. s. w., das ist, Punkte, die unter sich in demselben Verhältnisse stehen, wie die ihnen entsprechenden Theile auf der krummen Erdoberfläche; stellen diese Theile z. B. Bögen von einzelnen Graden vor, so werden sie vom Aequator gegen die Pole beständig zunehmen, wenn man die Erde als ein an den Polen abgeplattetes Ellipsoid betrachtet, und beschreibt man aus O als dem Mittelpunkt, mit dem Halbmesser Oa, Oa', Oa''.... Ob, Ob', Ob''.... die entsprechenden Bögen, so erhält man die Projection des Parallelbogens von Grad zu Grad. Theilt man hierauf auch jeden Parallelkreis in gleiche Bogenabschnitte $A\beta$, $\beta\beta'$... $a'\alpha$, $\alpha\alpha'$... der Art, dass die Abschnitte von einem Parallelkreise zum andern vom Aequator gegen die Pole in demselben Verhältnisse wie auf der Erdoberfläche abnehmen, so erhält man durch die Verbindung der correspondirenden Punkte jene krummen Linien, welche die Projection der Meridiane von Grad zu Grad darstellen, vorausgesetzt, dass die einzelnen Abschnitte $A\beta$, $\beta\beta'$... wieder jeder einen Grad zum Masse haben.

Diese Constructions-Art hat die wesentlichen Vortheile, dass die auf dem Haupt-Meridian und dem Parallelkreise aufgetragenen Längen nicht alterirt werden, dass die zwischen was immer für zwei Meridianen und Parallelbögen enthaltene Oberfläche auf der Karte dieselben Proportionen wie in der Natur behält, dass die Meridiane und Parallelkreise symmetrisch zu beiden Seiten des Haupt-Meridians liegen, endlich dass alle Meridiane den mittleren Parallelkreis senkrecht durchschneiden.

§. 104. Da jedoch die Beschreibung der Parallelbögen auf Karten in grossem Mass-Stabe nicht anwendbar ist, so müssen die Punkte α, α', α''.... β, β', β'' mit Hilfe ihrer Coordinaten, das heisst, mit ihren Abständen von dem

Haupt-Meridian *OBAB'*, und von dem Perpendikel *PP*, der die Tangente des mittleren Parallelkreises *LAL* ist, vorher bestimmt werden, worauf dann bloss die Verbindung der entsprechenden Punkte erfolgt, wenn diese nicht zu weit von einander abstehen, und die Curven nur unmerklich ausfallen werden.

Der Punkt *A* (Taf. XII Fig. 22) heisst sodann der Mittelpunkt der Karte, und die Entfernungen $AQ=x$; $QM=y$ sind die Coordinaten des Punktes *M*, ebenso $AQ'=x'$ und $Q'M'=y'$ die Coordinaten des Punktes *M'* u. s. w.

§. 105. Diese Coordinaten sind also die zu suchenden nummerischen Werthe zur Projection der Karte, und lassen sich nach den bisher gegebenen Anleitungen directe bestimmen, denn es sei

$t = OA =$ dem Halbmesser des mittleren Parallelkreises der Karte.
$\sigma = AB =$ irgend einem Theile des Meridians, woraus
$R = t \pm \sigma$ als Halbmesser was immer für eines Parallelbogens, wo das Zeichen + angenommen wird, wenn dieser Parallel eine geringere geografische Breite hat, als *A* und das Zeichen — im entgegengesetzten Falle.
$h =$ der Breite des Central-Punktes *A*.
$H =$ der Breite was immer für eines Paralellbogens *M*.
$\pi =$ dem halben Umfang eines Kreises, dessen Halbmesser$=1$, das heisst, $\pi = 3{,}1415927$ und der Logarithmus davon, 0,4971499.
$Q =$ dem Meridians-Quadranten.
$a =$ dem Aequators-Halbmesser.
$e^2 =$ dem Quadrat der Excentricität.
$N =$ der Normale
$p = BM =$ dem Längenunterschiede zwischen dem Haupt-Meridian und den übrigen

so ist nach den bekannten Eigenschaften der elliptischen Krummen

$$t = \frac{a \, cotg \, h}{(1-e^2 \sin^2 h)^{\frac{1}{2}}}$$

$$\text{(I)} \quad \sigma = \frac{Q}{90}(h-H) + \frac{Q}{\frac{1}{2}\pi}\left\{ \mp \frac{q'}{q} \sin(h-H)\cos(h+H) - \frac{q''}{2q} \sin 2(h-H) \cos 2(h+H) \right\}$$

wo das Zeichen — gilt, wenn $H < h$ und + wenn $H > h$ ist,

und wo $q = 1 + \frac{15\,e^4}{64}$; $q' = \frac{3}{4}(e^2 + \frac{1}{2}e^4)$; $q'' = \frac{15}{64}e^4$

$$\text{(II)} \quad N = \frac{a}{(1-e^2 \sin^2 H)^{\frac{1}{2}}}$$

Ausser den Halbmessern für die Parallelbögen braucht man jedoch noch zur Bestimmung der Coordinaten den Winkel *BOM* zu kennen. Setzt man diesen $=\Theta$ und behält die früheren Bezeichnungen, so ist

$$\text{(III)} \quad \Theta = p \frac{N}{R} \cos H$$

Wodurch endlich die Werthe der Coordinaten

$$y = R \sin \Theta$$
$$x = y \, tang. \tfrac{1}{2} \Theta + \sigma = t - R \cos \Theta$$

Es wird die Berechnung der Coordinaten erleichtert, wenn man vorher die Werthe für σ, N, Θ und $\frac{N}{R}$ bestimmt, und dieselben in eigene Tabellen mit dem Argumente H zusammenstellt. Die Formeln I, II und III dienen zur Bestimmung der drei ersten Ausdrücke, und der vierte wird, indem man

IV $\qquad \frac{N}{R} = \frac{N}{t \pm \sigma}$ macht, ebenfalls leicht gefunden.

§. 106. Das folgende Beispiel wird diese Berechnungsweise mehr verdeutlichen. Will man die Projection einer Karte, deren Mittelpunkt der Durchschnitt des Parallelkreises in der Breite von 42 Graden mit dem um 30 Grade von der Insel Ferro entfernten Meridiane sei, so setze man, wie schon gesagt wurde, *die Abplattung der Erde* $= \frac{1}{310}$, *log* $e^2 = 7{,}8089673$, *log des Aequator-Halbmessers* $a = 6{,}5266022$ und $Q = 5272557$ Klafter.

Hieraus folgt der Halbmesser für den mittleren Parallelkreis der Karte

$$t = \frac{a \cot h}{(1 - e^2 \sin^2 h)^{\frac{1}{2}}} = 3739314$$

Man findet nun den Werth für σ, entsprechend was immer für einer Breite durch die Gleichung I, indem man $h = 42^\circ$, $\frac{Q}{90} = 58583^{Kl.},97$ setzt, und für q, q', q'' die ihnen entsprechenden Werthe substituirt, wodurch

$$q = 1{,}000009724$$
$$q' = 0{,}0048465$$
$$q'' = 0{,}000009724 \text{ und endlich}$$

$$\sigma = \{\pm 58583^{Kl.},97\,(42^\circ - H) \mp 16267^{Kl.},68 \sin (42^\circ - H) \cos (42^\circ + H) - 16^{Kl.},32 \sin 2\,(42^\circ - H) \cos 2\,(42^\circ + H)\}$$

Nimmt man für H successive 37°, 38°, 39° u. s. w. so erhält man die Tabelle, wie folgt:

I

Arg. H	σ in Klaftern	$\Delta' \sigma$	$\Delta'' \sigma$
37°	292651,95		
		58510,99	
38°	234140,96		9,62
		58520,61	
39°	175620,35		9,72
		58530,33	
40°	117090,02		9,77
		58540,10	
41°	58549,92		

Mit den Differenzen $\Delta' \sigma$, $\Delta'' \sigma$ kann man durch Interpolation leicht den Werth σ von einem jeden zwischen zwei Breitengraden liegenden Ausdrucke bestimmen.

Nachdem $R = t \pm \sigma$ so braucht man nur den constanten Werth für t zu den Werthen für σ nach der Tabelle I zu addiren, oder davon abzuziehen, je nachdem die Zeichen $\pm$ berücksichtigt werden müssen, und man erhält die Tabelle

II

Arg. H.	R.	Δ R.	Δ'' R.	log R.	Δ log R	Δ'' log R.
37°	4031965 Kl. 95			6,6055168		
		58510,99			63485	
38°	3973454 , 96		9,62	6,5991683		953
		58520,61			64438	
39°	3914934 , 35		9,72	6,5927245		981
		58530,33			65419	
40°	3856404 , 02		9,77	6,5861826		1014
		58540,10			66433	
41°	3797863 , 92			6,5795393		

Zur leichteren Berechnung kann man die Gleichung II nämlich: $N = \frac{a}{(1 - e^2 \sin^2 H)^{\frac{1}{2}}}$ in eine Reihe auflösen, und sodann die Werthe für a und e^2 hinein substituiren.

Es ist also $\log N = 6,5273033 - 0,00072583 \cos 2\,H + 0,0000006 \cos 4\,H$ wodurch man sehr leicht folgende zwei Tabellen bekömmt

III

Arg H	log N	Δ log N
37°	6,5271093	
		237
38°	6,5271330	
		238
39°	6,5271568	
		240
40°	6,5271808	
		242
41°	6,5272050	

IV

log H	$\log \frac{N}{R}$	$\Delta' \frac{N}{R}$	$\Delta'' \frac{N}{R}$
37°	9,9215925		
		63722	
38°	9,9279647		954
		64676	
39°	9,9344323		983
		65659	
40°	9,9409982		1016
		66675	
41°	9,9476657		

Durch die Gleichung III nämlich $\Theta = p \frac{N}{R} \cos H$ erhält man die Tabelle V. Der Längenunterschied p kann in Graden oder Minuten ausgedrückt werden, je nachdem man den Werth für Θ in Graden oder Minuten zu erhalten wünscht. Für die hier folgende Tabelle hat man $p = 1^\circ$ angenommen. Um aber den entsprechenden Werth selbst für einen andern Längenunterschied zu erhalten, braucht man bloss letztern in Grade und Decimal-Grade zu verwandeln, und mit Θ, das heisst, mit dem der gegebenen Breite H entsprechenden Winkel zu multipliciren.

V

Arg. H	Θ	Θ in Secunden	$\Delta'\,\Theta$	$\Delta''\,\Theta$
37°	0°. 40'. 0", 18	2400", 18	3,07	
38°	0 . 40 . 3 , 25	2403 , 25	2,42	0,65
39°	0 . 40 . 5 , 67	2405 , 67	1,76	0,66
40°	0 . 40 . 7 , 43	2407 , 43	1,08	0,68
41°	0 . 40 . 8 , 51	2408 , 51		

Auf diese Weise wird nun die Berechnung der Coordinaten mit Hilfe der Gleichungen $y = R \sin \Theta$; $x = t - R \cos \Theta = y \tan \frac{1}{2} \Theta + \sigma$ keine Schwierigkeit mehr biethen, wohl bemerkt, dass das Θ in diesen Gleichungen gleich ist dem Θ der Tabelle V multiplicirt mit dem Längenunterschiede p, wie bereits früher erwähnt wurde.

Die Coordinaten x und y kann man sodann wie in folgender Tabelle VI ersichtlich, eigens zusammenstellen. Sie sind in Klaftern ausgedrückt, wollte man sie aber in was immer für einem andern Masse ausdrücken, so braucht man in der Berechnung anfangs bloss die Werthe für a und Q nach demselben zu reduciren.

H = 37° IV

p	x	Δ x	Δ'' x	y	Δ y	Δ'' y
0	292652	273		0	46917	
1	292379	819	546	46917	46910	7
2	291560	1365	546	93827	46897	13
3	290195	1910	545	140724	46879	18
4	288285			187603		
			H = 38			
0	234141	269		0	46295	
1	233872	810	541	46295	46288	7
2	233062	1349	539	92583	46276	12
3	231713	1886	537	138859	46257	19
4	229827			185116		

§. 107. Auf Karten in grossem Mass-Stabe und aus mehreren Blättern bestehend, wo die Randlinien respective mit den Haupt-Achsen (das ist mit dem Haupt-Meridian *OA* und dem Perpendikel *PA* Taf. XII Fig. 23, 24) parallel lau-

fen, wird es leicht sein, die Durchschnittspunkte der Meridiane und Parallele aufzutragen, indem man von den respectiven Coordinaten dieser Punkte, die Massen der Randlinien des Blattes bis zu den erwähnten Haupt-Achsen, abzieht.

Es könnte aber auch vorkommen, die Coordinaten für jene Punkte der Meridian- und Parallel-Bögen bestimmen zu müsssen, wo diese durch die Randlinien eines Blattes der Karte, oder was dasselbe ist, von zwei gegebenen Linien durchschnitten werden, deren eine mit der Achsenlinie der Ordinaten, die andere mit jener der Abscissen parallel läuft. Diese Bestimmung wird ganz einfach, wenn man voraussetzt, dass die projectirten Meridiane und Parallelkreise selbst, in so kleinen Intervallen, mit einer geraden Linie verschmelzen.

§. 108. Um den Durchschnitt der Randlinien mit den Meridianen zu berechnen, seien (Taf. XII Fig. 23) A der Mittelpunkt der Projection; AO und AP die Haupt- oder Achsenlinien; ac und ab die Randlinien eines Blattes respective parallel zu den beiden Achsen, jedoch in den Punkten z und z' von den Meridianen MM durchschnitten.

Der gegebene Abstand von der Randlinie ac bis zur Achse AO nämlich $rz = aR = AR'$ wäre y^0 und der Abstand von der Randlinie ab zur Achse AP nämlich $r'z' = aR' = AR$ wäre x^0, so sind y^0 und x^0 gleichzeitig auch die Coordinaten für die Ecke a des Blattes. Es handelt sich nur darum $az = z = zR' - x^0$ und $az' = z' = z'R - y^0$ zu finden, was auf folgende Art geschieht.

1. Man nehme auf dem Meridiane MM zwei Punkte m, m' so nahe als möglich bei z, deren Coordinaten in der Tabelle VI bereits enthalten sind, nämlich $mq = y'$; $nR' = qA = x'$; $m'q' = y''$; $n'R' = q'A = x''$ in der Tabelle VI auf, so dass sie den Durchschnitten des Meridians MM mit den beiden Parallelkreisen m und m' entsprechen,

Vermög der Aehnlichkeit der beiden Dreiecke nmz und $n'm'z$ ist

$$m'n'\ (y'' - y^0) : mn\ (y^0 - y') = n'z\ (zR' - x'');\ nz\ (x' - zR') \text{ oder}$$
$$(y'' - y^0 + y^0 - y') : (zR' - x'' + x' - z) = (y'' - y^0) : (zR' - x'') \text{ woraus}$$
$$zR' = \frac{(y'' - y^0)(x' - x'')}{(y'' - y')} + x'' \text{ und am Ende } z = zR' - x^0 = x'' - x^0 + \frac{(y'' - y^0)(x' - x'')}{(y'' - y')}$$

2. Nun nehme man die beiden Punkte p und p' wie vorher beiderseits von z', deren Coordinaten $pt = As = x'$; $p't' = As' = x''$; $ps = dR = At = y'$; $p's' = At' = y'$ und setze in den ähnlichen Dreiecken dpz' und $d'pp'$

$$d'p : dp = d'p' : dz'$$
$$(x' - x'') : (x' - x^0) = (y'' - y') : (z' - y' + y^0) \text{ woraus}$$
$$z' = y' - y^0 + \frac{(x' - x^0)(y'' - y')}{(x' - x'')}$$

§. 109. Wird die Randlinie eines Blattes von einem Parallelkreise durchschnitten, dessen Breite bekannt ist, wie z. B. Taf. XII Fig. 24, so handelt es sich auch nur darum $az = z$ und $az' = z'$ zu finden.

Man benenne wieder die Coordinaten des Eckes a mit y^0 und x^0; O den Mittelpunkt der Parallelkreise, mithin $OA = t$, und suche mit der bekannten Breite des Parallel-Bogens pzz' in der Tabelle II seinen Halbmesser $Oz' = Oz = Op = R$.

In dem rechtwinkligen Dreiecke OzM' ist $M'O^2 = Oz^2 - M'z^2 = R^2 - y^{02}$ oder $M'O = \sqrt{(R^2 - y^{02})} = \sqrt{(R + y^0)(R - y^0)}$

Nachdem aber $z = az = ap - pz = ap - AM' = ap - AO + OM'$; $ap = x^0$ und $AO = t$ ist, so erhält man $z = x^0 - t + \sqrt{(R + y^0)(R - y^0)}$

Eben so ist für den Punkt z' aus dem rechtwinkligen Dreiecke MOz';

$$Mz' = \sqrt{Oz'^2 - MO^2} = \sqrt{(Oz + MO)(Oz' - MO)}$$

und weil $Mz' = Ma + az' = y^0 + z'$; $Oz' = R$ wie vorher,

ferner $OM = OA - AM = OA - ap = t - x^0$ so wird

$$z' = -y^0 + \sqrt{(R + t - x^0)(R - t + x^0)}$$

Diese Formeln unterliegen in der Ausübung keiner Schwierigkeit, daher wird auch die nähere Erläuterung durch Beispiele entbehrlich.

II. Abschnitt.

Von den bei der Verzeichnung der Karten üblichen Mass-Stäben.

Erstes Capitel.

System der Mass-Stäbe und ihrer Anwendung.

§. 110. Nachdem die Projections-Methoden erörtert sind, nach welchen die Karten des k. k. militair.-geografischen Instituts entworfen werden, erachtet man es auch für angemessen, die von demselben angenommenen Mass-Stäbe und deren Gebrauch anzuführen. Hieher gehören:

I. Verjüngung $= \frac{1}{14.400}$ nämlich der Wiener-Zoll = 500 Schritte oder 200 Klafter; die österreichische Strassen-Meile = 20 Wiener-Zoll.

Dieser Mass-Stab wird *doppeltes Militair-Mass* genannt, und dient:

a. Zu Aufnahmen und Brouillons-Zeichnungen der allgemeinen Topografie, welche dann auf die Hälfte reducirt zwischen den mit dem Messtisch bestimmten zahlreichen Punkten eingetragen und rein ausgezeichnet werden.

b. Zu Aufnahmen der Lager, Stellungen, Schlachtfelder, Verschanzungen, Colonnen-Wege, nebst den Manoeuvres-Entwürfen.

II. Verjüngung $= \frac{1}{28.800}$ nämlich 1 Wiener-Zoll = 1000 Schritten = 400 Klafter; die österreichische Meile = 10 Wiener-Zoll. Dieser Mass-Stab wird *einfaches Militair-Mass* oder *Normal-Militair-Mass-Stab* genannt.

Alle militairisch-topografischen Aufnahmen in dem ganzen österreichischen Kaiserthum werden nach diesem Mass-Stabe aufgenommen und gezeichnet.

III. Verjüngung = $\frac{1}{57,600}$ nämlich 1 Wiener-Zoll = 2000 Schritte = 800 Klafter; die österreichische Meile = 5 Zoll.

Nach diesem halben Militair-Masse werden jene Situations-Pläne aufgenommen und gezeichnet, welche vermög ihrem Zwecke nur die vorzüglichsten und unentbehrlichsten Gegenstände enthalten müssen. — Die Tisch- oder Grafisch-Triangulirung geschieht meistentheils nach diesem Mass-Stabe.

IV. Verjüngung = $\frac{1}{144,000}$ nämlich 1 Wiener-Zoll = 2000 Klafter; die Meile 2 Wiener-Zoll.

Nach diesem ($\frac{1}{5}$ des Normal-Militair-Mass-Stabes) werden alle Situations- und andere Pläne, dann alle Aufnahms-Sectionen reducirt und die Blätter des Atlasses der Monarchie gezeichnet und gestochen.

V. Verjüngung = $\frac{1}{230,400}$ nämlich 1 Wiener-Zoll = 3200 Klafter, eine österreichische Meile = 1 Zoll 3 Linien.

Nach diesem ($\frac{1}{8}$ des Normal-Militair-Mass-Stabes) werden die Militair Operations-Karten gezeichnet, welche der militairischen Länderbeschreibung beizulegen kommen.

VI. Verjüngung = $\frac{1}{288,000}$ nämlich 1 Wiener-Zoll = 4000 Klafter; die österreichische Meile = 1 Wiener-Zoll.

Nach diesem ($\frac{1}{10}$ des Normal-Militair-Mass-Stabes) werden die chorografischen Karten der einzelnen Provinzen gezeichnet und gestochen.

VII. Verjüngung = $\frac{1}{576,000}$, nämlich 1 Zoll = 8000 Klafter; die österreichische Meile = $\frac{1}{2}$ Zoll.

Nach diesem ($\frac{1}{20}$ des Normal-Militair-Mass-Stabes) werden entworfen:

a. Die Haupt-Triangulirungs-Karte des Kaiserthums.

b. Die figürliche Zusammenstellung der Blätter einer nach den Mass-Stäben II und III aufgenommenen Karte.

c. Die Darstellung einer Dreiecks-Kette oder eines Netzes als Begleitung zu den Triangulirungs-Rapporten.

VIII. Verjüngung = $\frac{1}{864,000}$ nämlich ein Zoll = 12000 Klafter; die österreichische Meile = 4 Linien.

Nach diesem ($\frac{1}{30}$ des Normal-Militair-Mass-Stabes) werden gezeichnet und gestochen:

a. Die General-Uebersichts-Karte des österreichischen Kaiserthums.

b. Alle Karten, welche als Hauptübersicht der Hydrografie, Orografie und des Strassen-Zugs eines beträchtlichen Staates dienen sollen.

IX. Verjüngung = $\frac{1}{1,728,000}$ nämlich 1 Zoll = 24,000 Klafter; die österreichische Meile = 2 Linien.

Nach diesem ($\frac{1}{60}$ des Normal-Militair-Mass-Stabes) wird die nach dem Mass-Stab VIII construirte Karte des Kaiserthums reducirt, und als eine allgemeine geografische Karte zum öffentlichen Gebrauche gestochen.

Zweites Capitel.

Von etlichen Längenmassen.

§. 111. Um die Verwandlung des in Oesterreich üblichen Längenmasses: der Wiener-Klafter, in jenes anderer Länder vorzunehmen, dienen folgende constante und additive Logarithmen:

Für die französische Toise zu 6 Pariser Fuss	9,9881586,5
„ den Meter	0,2779786,7
„ englische Fathome von 2 Yard oder 6 Fuss	0,0158140,0
„ russische Saschen (*Sagene*) zu 3 Arschinen	9,9488569,0
„ preussische Ruthen auch Rhein-Ruthen zu 12 Fuss .	9,7020706,0
„ bairische Ruthen zu 10 Fuss	9,8128056,0
„ neapolitanische Passi di 7 palmi	0,0103724,3

Will man diese Längenmasse umgekehrt in Wiener-Klafter verwandeln, so braucht man nur das arithmetische Complement dieser Logarithmen zu dem Logarithmus dieser Massen zu addiren.

Vorstehende Logarithmen sind die im Calcul-Bureau angenommenen; in der Schrift: *Vergleichung der vorzüglichsten Masse von Karl L. von Littrow, Director der Sternwarte, Professor der Astronomie etc.* Wien 1844. pag. 124 findet man jedoch, dass Professor *Stampfer im* XX. *Bande der Jahrbücher des k. k. politechnischen Institutes* die Wiener-Klafter mit der wahrscheinlichen Unsicherheit von nur ± 0,000004 Meter zu 1,8966657 Meter festsetzt, während diese Klafter hier zu 1,8966130 Meter angenommen wurde. Obschon dieser Unterschied (0,000527 M.) in den meisten Fällen keine Berücksichtigung finden wird, so dienen doch für genaue Messungen folgende Corrections-Zahlen und Logarithmen:

Sind nämlich Wiener Masse in fremden Massen ausgedrückt, so ist die betreffende Zahl mit 1,0000279 zu multipliciren, oder zum Logarithmus derselben 0,0000121 zu addiren; sind hingegen fremde Masse in Wiener Massen ausgedrückt, so ist die Zahl mit 0,9999721 = 1 — 0,0000279 zu multipliciren oder vom Logarithmus 0,0000121 zu subtrahiren, also für jeden Wiener Fuss $\frac{4}{1000}$ Linien abzuziehen.

§. 112. Die Meilen-Masse, welche auf Karten vorkommen, beziehen sich immer auf die Länge eines Grades am Aequator. Nach den in verschiedenen Ländern angenommenen Einheiten werden also von letzteren auch mehr oder weniger auf einen solchen Grad gehen, wie aus der folgenden Uebersicht zu entnehmen ist.

Oesterreichische Strassenmeilen, jede zu 4000 Wiener Klafter,
oder 14,64 auf 1 Grad des Aequators
Deutsche Meilen 15, 0 „ „ „

Ungarische Meilen		13, 3	auf 1 Grad des Aequators
Böhmische „		16, 2	„ „ „
Preussische „		14, 4	„ „ „
Polnische „	(einstens Seemeilen) .	20, 0	„ „ „
Geografische „	(gegenw. auch Seemeilen)	60, 0	„ „ „
Englische „		69, 0	„ „ „
Französische Lieues		25, 0	„ „ „
Türkische Berri		66,67	„ „ „
Russische Werste		104,2	„ „ „

Geografische Lage.

Namen der Orte	Breite	Länge. östliche v. Ferro	Länge. westliche v. Wien
	Bogen.	Bogen.	Zeit.
Berlin (*neues Observatorium*)	52°. 30'. 16''. 00	31°. 3'. 30''. 0	0^h. 11^m. 56^s, 4
Mailand (*Observatorium*) .	45 . 28 . 0 , 7	26 . 51 . 5 , 0	0 . 28 . 46 , 4
Paris „ .	48 . 50 . 13 , 0	20 . 0 . 0 , 0	0 . 56 . 10 , 4
Wien „ .	48 . 12 . 35 , 5	34 . 2 . 36 , 0	0 . 0 . 0 , 0
Greenwich „ .	51 . 28 . 39 , 0	17 . 39 . 37 . 5	1 . 5 . 31 , 9

Dimensionen des elliptischen Rotations-Sphäroides nach folgenden Hypothesen für die Abplattung.

$\frac{1}{310}$ nach Zach *Attraction des Montagnes pag.* ***337***. Bei der Landesvermessung in Oesterreich angenommen.

$\frac{1}{308,64}$ *Description géométrique de la France Vol. I. pag.* ***60***. Bei der trigonometrischen Vermessung in Frankreich angenommen.

$\frac{1}{304,61}$ nach letzter Bestimmung von Puissant: *Traité de Géodésie Vol. II pag.* ***349***. *troisième édition.*

$\frac{1}{302,02}$ nach Eduard Schmidt. *Astronomische Nachrichten N.* ***213***.

$\frac{1}{299,1528}$ nach letzter Bestimmung von Bessel: *Astronomische Nachrichten N.* ***438***

Dimensionen	Logarithmen nach der vorstehenden Abplattung. $\frac{1}{310}$	$\frac{1}{308,64}$	$\frac{1}{304,61}$	$\frac{1}{302,02}$	$\frac{1}{299,1528}$
Halbmesser des Aequators $= a$	6,5266022	6,5266367	6,5266570	6,5266245	6,5266648
Halbe Erdachse $= b$	6,5251990	6,5252273	6,5252289	6,5251841	6,5252106
Meridian-Quadrant $= Q$	6,7220214	6,7220527	6,7220637	6,7220251	6,7220585
Quadrat der Excentricität $= e^2$	7,8089673	7,8108714	7,8165954	7,8202672	7,8244104

Hilfstabelle I.

zur Berechnung der Abstände aus den geografischen Positionen.

L	$A = \frac{1}{2} e^2 \sin L \cos^2 L$		$B = \frac{1}{2} e^2 \cos^2 L$		L	$A = \frac{1}{2} e^2 \sin L \cos^2 L$		$B = \frac{1}{2} e^2 \cos^2 L$	
	log A	Diff. für 1′	*log B*	Diff. für 1′		*log A*	Diff. für 1′	*log B*	Diff. für 1′
40°. 0′	7,0845128	619,8	7,2764453	2123,2	43°, 0′	7,0699756	1006,8	7,2361923	2359,6
5	42029	630,8	53837	2129,6	5	94722	1017,6	50125	2366,4
10	38875	641,4	43189	2136,0	10	89634	1028,6	38293	2373,6
15	35668	652,0	32509	2142,0	15	84491	1039,0	26425	2380,0
20	32408	662,6	21799	2148,4	20	79296	1050,2	14525	2387,2
25	29095	673,6	11057	2154,8	25	74045	1061,2	02589	2394,4
40.30	7,0825727	684,2	7,2700283	2161,2	43.30	7,0668739	1071,8	7,2290617	2401,2
35	22306	694,6	689477	2167,2	35	63380	1082,6	78611	2408,0
40	18833	705,6	78641	2174,0	40	57967	1093,6	66571	2415,2
45	15305	716,4	67771	2180,4	45	52499	1104,6	54495	2422,4
50	11723	727,2	56869	2186,8	50	46976	1115,4	42383	2429,2
55	08087	737,4	45935	2192,8	55	41399	1126,2	30237	2436,4
41. 0	7,0804400	748,4	7,2634971	2199,6	44. 0	7,0635768	1137,4	7,2218055	2443,6
5	800658	759,2	623973	2206,0	5	30081	1147,8	205837	2450,4
10	796862	770,0	612943	2212,8	10	24342	1159,4	193585	2458,0
15	93012	780,4	601879	2218,8	15	18545	1169,8	181295	2464,8
20	89110	791,4	590785	2225,6	20	12696	1180,8	168971	2472,0
25	85153	802,4	579657	2232,4	25	06792	1191,8	156611	2479,2
41.30	7,0781141	812,6	7,2568495	2238,4	44.30	7,0600833	1203,2	7.2144215	2486,8
35	77078	823,6	57303	2245,2	35	594817	1213,6	131781	2493,6
40	72960	834,4	46077	2252,0	40	588749	1225,0	119313	2501,2
45	68788	845,2	34817	2258,4	45	582624	1235,8	106807	2508,4
50	64562	855,6	23525	2264,8	50	576445	1246,8	094265	2515,6
55	60284	866,4	12201	2271,6	55	570211	1257,6	081687	2522,8
42. 0	7,0755952	877,4	7,2500843	2278,4	45. 0	7,0563923	1269,0	7,2069073	2530,4
5	51565	888,4	489451	2285,2	5	57578	1279,8	56421	2537,6
10	47123	898,6	478025	2291,6	10	51179	1291,0	43733	2545,2
15	42630	909,8	466567	2298,4	15	44724	1301,8	31007	2552,4
20	38081	920,4	455075	2305,2	20	38215	1313,2	18245	2560,0
25	33479	931,0	443549	2311,8	25	31649	1323,8	05445	2567,2
42.30	7,0728824	942,0	7,2431990	2318,6	45.30	7,0525030	1335,4	7,1992609	2574,8
35	24114	952,6	420397	2325,2	35	518353	1346,2	79735	2582,4
40	19351	963,8	408771	2332,4	40	511622	1357,6	66823	2590,0
45	14532	974,2	397109	2338,8	45	504834	1368,2	53873	2597,2
50	09661	985,2	385415	2346,0	50	497993	1380,0	40887	2605,2
55	04735	995,8	373685	2352,4	55	491093	1390,6	27861	2612,4
43. 0	7,0699756		7,2361923		46. 0	7,0484140		7,1914799	

Hilfstabelle I.

zur Berechnung der Abstände aus den geografischen Positionen.

L	$A = \frac{1}{2} e^2 \sin L \cos^2 L$		$B = \frac{1}{2} e^2 \cos^2 L$		L	$A = \frac{1}{2} e^2 \sin L \cos^2 L$		$B = \frac{1}{2} e^2 \cos^2 L$	
	log A	Diff. für 1′	*log B*	Diff. für 1′		*log A*	Diff. für 1′	*log B*	Diff. für 1′
46°. 0′	7,0484140	1402,2	7,1914799	2620,4	49°. 0′	7,0196030	1814,4	7,1418231	2910,8
5	77129	1413,0	901697	2627,6	5	86958	1825,8	403677	2919,2
10	70064	1424,4	888559	2635,6	10	77829	1837,8	389081	2928,0
15	62942	1435,6	875381	2643,2	15	68640	1849,8	374441	2936,8
20	55764	1446,8	862165	2650,8	20	59391	1861,6	359757	2945,2
25	48530		848911		25	50083		345031	
		1458,2		2658,8			1873,4		2954,0
46.30	7,0441239	1469,2	7,1835617	2666,4	49.30	7,0140716	1885,0	7,1330261	2962,4
35	33893	1480,4	822285	2674,0	35	131291	1897,4	315449	2971.6
40	26491	1492,0	808915	2682,0	40	121804	1909,0	300591	2980,0
45	19031	1503,2	795505	2690,0	45	112259	1921,2	285691	2989,2
50	11515	1514,4	782055	2697,6	50	102653	1932,8	270745	2997,6
55	03943		768567		55	092989		255757	
		1525,8		2705,6			1945,2		3006,8
47. 0	7,0396314	1537,0	7,1755039	2713,2	50. 0	7,0083263	1957,2	7,1240723	3015,6
5	88629	1548,6	741473	2721,6	5	73477	1969,0	225645	3024,4
10	80886	1559,8	727865	2729,2	10	63632	1981,4	210523	3033,6
15	73087	1571,0	714219	2737,2	15	53725	1993,2	195355	3042,4
20	65232	1582,6	700533	2745,2	20	43759	2005,2	180143	3051,2
25	57319		686807		25	33733		164887	
		1594,2		2753,6			2017,8		3060,8
47.30	7,0349348	1605,4	7,1673039	2761,2	50.30	7,0023644	2029,8	7,1149583	3069,6
35	41321	1617,0	59233	2769,6	35	13495	2041,6	134235	3078,4
40	33236	1628,0	45385	2777,2	40	03287	2054,4	118843	3088,0
45	25096	1640,2	31499	2786,0	45	6,9993015	2066,6	103403	3097,2
50	16895	1651,0	17569	2793,6	50	82682	2078,4	087917	3106,0
55	08640		03601		55	72290		072387	
		1662,8		2802,0			2091,0		3115,6
48. 0	7,0300326	1674,6	7,1589591	2810,4	51. 0	6,9961835	2103,4	7,1056809	3124,8
5	291953	1686,0	75539	2818,4	5	51318	2115,4	1041185	3134,0
10	83523	1697,2	61447	2826,4	10	40741	2128,2	1025515	3143,6
15	75037	1709,2	47315	2835,2	15	30100	2140,4	1009797	3152,8
20	66491	1720,6	33139	2843,2	20	19398	2152,6	0994033	3162,0
25	57888		18923		25	08635		0978223	
		1732,4		2851,6			2165,2		3171,6
48.30	7,0249226	1743,8	7,1504665	2860,0	51.30	6,9897809	2177,8	7,0962365	3181,2
35	40507	1755,6	490365	2868,4	35	86920	2190,4	946459	3190,8
40	31729	1767,4	76023	2876,8	40	75968	2202,6	930505	3200,0
45	22892	1779,2	61639	2885,6	45	64955	2215,6	914505	3210,0
50	13996	1790,6	47211	2893,6	50	53877	2227,8	898455	3219,2
55	05043	1802,6	32743	2902,4	55	42738	2240,8	882359	3229,2
49. 0	7,0196030		7,1418231		52. 0	6,9831534		7,0866213	

Hilfstabelle II.

zur Berechnung der geografischen Positionen.

L	$F=\frac{1}{N\,\sin 1''}$		$A=\frac{1}{R\,\sin 1''}$		$B=\frac{1}{2R}\,tang\left(\frac{L+L'}{2}\right)$		$C=\frac{(1+e^2\cos^2 L)}{N\,\sin 1''}$		$D=\frac{(1+e^2\cos^2 L)}{2N^2\sin 1''}\,tg\,L$	
	Log F	Diff. −	log A	Diff. −	log B	Diff. +	log C	Diff. −	log D	Diff. +
40°. 0′	8,7872443	40	8,7888935	121	3,0972519	25522	8,7888828	120	1,8844854	25484
10	2403	40	814	121	3,0998041	25497	708	120	870338	25458
20	2363	41	693	121	3,1023538	25472	588	121	895796	25431
30	2322	40	572	121	3,1049010	25449	467	120	921227	25410
40	2282	41	451	121	3,1074459	25424	347	121	946637	25383
50	2241		330		3,1099883		226		972020	
		40		121		25406		121		25366
41. 0	8,7872201	41	8,7888209	122	3,1125289	25382	8,7888105	121	1,8997386	25342
10	2160	40	8087	121	3,1150671	25363	7984	120	9022728	25324
20	2120	41	7966	122	3,1176034	25343	7864	121	9048052	25302
30	2079	40	7844	121	3,1201377	25326	7743	121	9073354	25287
40	2039	41	7723	122	3,1226703	25308	7622	121	9098641	25267
50	1998		7601		3,1252011		7501		9123908	
		40		121		25292		121		25253
42. 0	8,7871958	41	8,7887480	122	3,1277303	25276	8,7887380	122	1,9149161	25235
10	917	40	7358	122	3,1302579	25261	7258	121	174396	25222
20	877	41	7236	122	3,1327840	25248	7137	122	199618	25207
30	836	41	7114	122	3,1353088	25234	7015	121	224825	25194
40	795	41	6992	122	3,1378322	25222	6894	122	250019	25181
50	754		6870		3,1403544		6772		275200	
		40		122		25212		121		25173
43. 0	8,7871714	41	8,7886748	123	3,1428756	25200	8,7886651	122	1,9300373	25160
10	673	41	625	122	3,1453956	25191	529	122	325533	25150
20	632	40	503	123	3,1479147	25182	407	121	350683	25144
30	592	41	380	122	3,1504329	25175	286	122	375827	25134
40	551	41	258	123	3,1529504	25167	164	122	400961	25127
50	510		135		3,1554671		042		426088	
		41		122		25163		122		25122
44. 0	8,7871469	41	8,7886013	123	3,1579834	25156	8,7885920	122	1,9451210	25116
10	428	41	5890	122	3,1604990	25153	798	122	476326	25112
20	387	40	5768	123	3,1630143	25148	676	122	501438	25110
30	347	41	5645	122	3,1655291	25147	554	122	526548	25106
40	306	41	5523	123	3,1680438	25145	432	122	551654	25104
50	265		5400		3,1705583		310		576758	
		41		122		25144		122		25103
45. 0	8,7871224	41	8,7885278	123	3,1730727	25143	8,7885188	122	1,9601861	25103
10	183	41	5155	122	3,1755870	25146	5066	122	626964	25105
20	142	41	5033	123	3,1781016	25146	4944	122	652069	25106
30	101	40	4910	122	3,1806162	25149	4822	121	677175	25110
40	061	41	4788	123	3,1831311	25152	4701	122	702285	25112
50	020	41	4665	122	3,1856463	25157	4579	122	727397	25116
46. 0	8,7870979		4543		3,1881620		4457		752513	

Hilfstabelle II.

zur Berechnung der geografischen Positionen.

L	$F = \frac{1}{N \sin 1''}$		$A = \frac{1}{R \sin 1''}$		$B = \frac{1}{2R} \tang \left(\frac{L+L'}{2}\right)$		$C = \frac{(1+e^2 \cos^2 L)}{N \sin 1''}$		$D = \frac{(1+e^2 \cos^2 L)}{2 \cdot N^2 \sin 1''} tg L$	
	log F	Diff. —	log A	Diff. —	log B	Diff. +	log C	Diff. —	log D	Diff. +
		41		122				122		25116
46°. 0′	8,7870979	41	8,7884543	122	3,1881620	25163	8,7884457	122	1,9752513	25122
10	938	40	4421	122	3,1906783	25168	4335	121	777635	25129
20	898	41	4299	122	3,1931951	25175	4214	122	802764	25134
30	857	41	4177	122	3,1957126	25183	4092	122	827898	25142
40	816	40	4055	122	3,1982309	25191	3970	121	853040	25152
50	776	41	3933	122	3,2007500	25201	3849	122	878192	25160
47. 0	8,7870735	41	8,7883811	122	3,2032701	25212	8,7883727	122	1,9903352	25171
10	694	40	689	122	3,2057913	25222	605	121	9928523	25183
20	654	41	567	122	3,2083135	25234	484	122	9953706	25193
30	613	41	445	122	3,2108369	25248	362	122	9978899	25207
40	572	40	323	122	3,2133617	25261	240	121	2,0004106	25222
50	532	41	201	122	3,2158878	25276	119	121	29328	25236
48. 0	8,7870491	41	8,7883079	122	3,2184154	25291	8,7882998	121	2,0054564	25250
10	450	40	2957	121	3,2209445	25309	877	121	079814	25269
20	410	41	2836	122	3,2234754	25325	756	121	105083	25285
30	369	40	714	121	3,2260079	25344	635	121	30368	25304
40	329	41	593	122	3,2285423	25362	514	121	55672	25322
50	288	40	471	121	3,2310785	25383	393	121	80994	25344
49. 0	8,7870248	40	8,7882350	121	3,2336168	25405	8,7882272	121	2,0206338	25365
10	208	41	2229	121	3,2361573	25425	2151	121	231703	25384
20	167	40	2108	121	3,2386998	25449	2030	120	257087	25410
30	127	40	1987	121	3,2412447	25472	1910	120	282497	25433
40	087	41	1866	121	3,2437919	25497	1790	121	307930	25456
50	046	40	1745	121	3,2463416	25522	1669	120	333386	25483
50. 0	8,7870006	40	8,7881624	121	3,2488938	25548	8,7881549	120	2,0358869	25509
10	69966	40	503	120	3,2514486	25577	1429	120	384378	25537
20	926	41	383	121	3,2540063	25603	1309	120	409915	25563
30	885	40	262	120	3,2565666	25634	1189	120	435478	25594
40	845	40	142	121	3,2591300	25663	1069	120	461072	25624
50	805	40	021	120	3,2616963	25695	0949	119	486696	25656
51. 0	8,7869765	40	8,7880901	120	3,2642658	25727	8,7880830	119	2,0512352	25688
10	725	40	781	120	3,2668385	25759	711	120	538040	25719
20	685	40	661	120	3,2694144	25794	591	119	563759	25755
30	645	40	541	120	3,2719938	25828	472	119	589514	25789
40	605	40	421	120	3,2745766	25865	353	119	615303	25826
50	565	40	301	120	3,2771631	25901	234	119	641129	25862
52.	525		181		3,2797532		115		666991	

Hilfstabelle II.

zur Berechnung der geografischen Positionen.

L	$N=\frac{a}{(1-e^2 sin^2 L)^{\frac{1}{2}}}$		$lg\,R=3\,lg\,N+lg\frac{b^2}{a^4}$		$e^2\,cos^2\,L$		$T=\frac{1}{1+e^2\,cos^2\,L}$	
	log N	Diff. +	log R	Diff. +	log $e^2\,cos^2\,L$	Diff. −	log T	Diff. +
40°. 0′	6,5271808		6,5255316		7,5774753		9,9983615	
10	1848	40	437	121	753489	21264	3695	80
20	1888	40	558	121	732099	21390	3775	80
30	1929	41	679	121	710583	21516	3855	80
40	1969	40	800	121	688941	21642	3935	80
50	2010	41	921	121	667169	21772	4015	80
		40		121		21898		81
41 . 0	6,5272050		6,5256042		7,5645271		9,9984096	
10	2091	41	164	122	623243	22028	176	80
20	2131	40	285	121	601085	22158	256	80
30	2172	41	407	122	578795	22290	337	81
40	2212	40	528	121	556377	22418	417	80
50	2253	41	650	122	533825	22552	498	81
		40		121		22682		80
42 . 0	6,5272293		6,5256771		7,5511143		9,9984578	
10	334	41	6893	122	488325	22818	659	81
20	374	40	7015	122	465375	22950	740	81
30	415	41	7137	122	442291	23084	821	81
40	456	41	7259	122	419071	23220	901	80
50	497	41	7381	122	395715	23356	982	81
		40		122		23492		81
43 . 0	6,5272537		6,5257503		7,5372223		9,9985063	
10	578	41	7626	123	348593	23630	144	81
20	619	41	7748	122	324825	23768	225	81
30	659	40	7871	123	300917	23908	306	81
40	700	41	7993	122	276871	24046	387	81
50	741	41	8116	123	252683	24188	468	81
		41		122		24328		81
44 . 0	6,5272782		6,5258238		7,5228355		9,9985549	
10	823	41	361	123	203885	24470	630	81
20	864	41	483	122	179271	24614	711	81
30	904	40	606	123	154515	24756	792	81
40	945	41	728	122	129613	24902	873	81
50	986	41	851	123	104565	25048	954	81
		41		122		25192		82
45 . 0	6,5273027		6,5258973		7,5079373		9,9986036	
10	068	41	9096	123	5054033	25340	117	81
20	109	41	9218	122	5028545	25488	198	81
30	150	41	9341	123	5002909	25636	279	81
40	190	40	9463	122	4977123	25786	360	81
50	231	41	9586	123	4951187	25936	441	81
46 . 0	272	41	9708	122	4925099	26088	522	81

Hilfstabelle II.

zur Berechnung der geografischen Positionen.

L	$N=\frac{a}{(1-e^2 \sin^2 L)^{\frac{1}{2}}}$		$lg\ R=3\ lg\ N+lg\frac{b^2}{a^4}$		$e^2 \cos^2 L$		$T=\frac{1}{1+e^2 \cos^2 L}$	
	log N	Diff. +	*log R*	Diff. +	*log* $e^2 \cos^2 L$	Diff. —	*log T*	Diff. +
46°. 0'	6,5273272	41	6,5259708	122	7,4925099	26240	9,9986522	81
10	313	40	9830	122	898859	26394	603	81
20	353	41	9952	122	872465	26548	684	81
30	394	41	5260074	122	845917	26702	765	81
40	435	40	196	122	819215	26860	846	81
50	475		318		792355		927	
		41		122		27016		81
47. 0	6,5273516	41	6,5260440	122	7,4765339	27174	9,9987008	81
10	557	40	0562	122	738165	27332	089	81
20	597	41	0684	122	710833	27494	170	81
30	638	41	0806	122	683339	27654	251	81
40	679	40	0928	122	655685	27816	332	81
50	719		1050		627869		413	
		41		122		27978		80
48. 0	6,5273760	41	6,5261172	122	7,4599891	28144	9,9987493	81
10	801	40	294	121	571747	28308	574	80
20	841	41	415	122	543439	28474	654	81
30	882	40	537	121	514965	28642	735	80
40	922	41	658	122	486323	28812	815	81
50	963		780		457511		896	
		40		121		28980		80
49. 0	6,5274003	40	6,5261901	121	7,4428531	29150	9,9987976	81
10	043	41	2022	121	399381	29324	8057	80
20	084	40	2143	121	370057	29496	8137	80
30	124	40	2264	121	340561	29670	8217	80
40	164	41	2385	121	310891	29846	8297	80
50	205		2506		281045		8377	
		40		121		30022		80
50. 0	6,5274245	40	6,5262627	121	7,4251023	30200	9,9988457	80
10	285	40	2748	120	220823	30380	537	80
20	325	41	2868	121	190443	30560	617	79
30	366	40	2989	120	159883	30740	696	80
40	406	40	3109	121	129143	30926	776	80
50	446		3230		098217		856	
		40		120		31108		79
51. 0	6,5274486	40	6,5263350	120	7,4067109	31294	9,9988935	79
10	526	40	470	120	4035815	31482	9014	80
20	566	40	590	120	4004333	31668	9094	79
30	606	40	710	120	3972665	31860	9173	79
40	646	40	830	120	3940805	32050	9252	79
50	686	40	950	120	3908755	32242	9331	79
52. 0	726		4070		3876513		9410	

Hilfstabelle III.

zur Berechnung der geografischen Positionen aus den Abständen.

L	Arg. L ± ½ m: log α (9,999)	Diff. −	Argument λ: log β (9,998)	Diff. −	log γ (9,999)	Diff. +
40°. 0′	6648	120	8427	81	1784	41
10	6528	121	8346	80	1825	41
20	6407	120	8266	81	1866	40
30	6287	120	8185	80	1906	40
40	6167	221	8105	81	1946	40
50	6046	121	8024	80	1986	41
41. 0	5925	121	7944	81	2027	40
10	5804	121	7863	82	2067	40
20	5683	122	7781	81	2107	40
30	5561	121	7700	81	2147	40
40	5440	121	7619	81	2187	41
50	5319	119	7538	82	2228	40
42. 0	5200	122	7456	82	2268	40
10	5078	123	7374	81	2308	41
20	4955	122	7293	82	2349	41
30	4833	123	7211	82	2390	41
40	4710	122	7129	81	2431	41
50	4588	123	7048	82	2472	41
43. 0	4465	121	6966	81	2513	41
10	4344	123	6885	82	2554	40
20	4221	122	6803	81	2594	41
30	4099	123	6722	82	2635	40
40	3976	122	6640	81	2675	41
50	3854	123	6559	82	2716	41
44. 0	3731	122	6477	82	2757	41
10	3609	122	6395	81	2798	40
20	3487	122	6314	82	2838	40
30	3365	123	6232	81	2878	41
40	3242	122	6151	82	2919	41
50	3120	122	6069	81	2960	41
45. 0	2998	122	5988	82	3001	40
10	2876	122	5906	81	3041	41
20	2754	122	5825	82	3082	41
30	2632	122	5743	81	3123	41
40	2510	122	5662	82	3164	40
50	2388	122	5580	81	3204	41
46. 0	2266		5499		3245	

L	Arg. L ± ½ m: log α (9,999 / 9,998)	Diff. −	Argument λ: log β (9,998)	Diff. −	log γ (9,999)	Diff. +
46°. 0	2266	122	5499	81	3245	41
10	2144	121	5418	82	3286	40
20	2023	122	5336	81	3326	41
30	1901	122	5255	82	3367	40
40	1779	122	5173	81	3407	41
50	1657	122	5092	81	3448	41
47. 0	1535	122	5011	81	3489	41
10	1413	122	4930	81	3530	41
20	1291	121	4849	82	3571	40
30	1170	122	4767	81	3611	41
40	1048	121	4686	82	3652	41
50	0927	122	4604	81	3693	40
48. 0	0805	121	4523	82	3733	41
10	0684	121	4441	81	3774	41
20	0563	122	4360	81	3815	40
30	0441	121	4279	81	3855	41
40	0320	122	4198	81	3896	40
50	0198	121	4117	81	3936	40
49. 0	0077	120	4036	80	3976	40
10	9957	121	3956	80	4016	41
20	9836	121	3876	81	4057	40
30	9715	121	3795	80	4097	41
40	9594	121	3715	81	4138	40
50	9473	121	3634	81	4178	40
50. 0	9352	120	3553	80	4218	40
10	9232	120	3473	80	4258	40
20	9112	120	3393	81	4298	40
30	8992	120	3312	80	4338	40
40	8872	120	3232	80	4378	40
50	8752	121	3152	80	4418	40
51. 0	8631	120	3072	79	4458	40
10	8511	119	2993	80	4498	39
20	8392	120	2913	80	4537	40
30	8272	119	2833	80	4577	39
40	8153	119	2753	80	4616	40
50	8034	119	2673	80	4656	40
52. 0	7915		2593		4696	

Hilfstabelle IV.

Zur Bestimmung der Polhöhe durch den Polarstern.

Θ	M	+ Differenz	N	Θ	M	+ Differenz	N
0h. 0'	0,00	0,03	0,00	3h. 0'	35,34	1,54	0,43
5	0,03	0,10	0,00	5	36,88	1,54	0,44
10	0,13	0,17	0,00	10	38,42	1,54	0,45
15	0,30	0,24	0,00	15	39,96	1,52	0,46
20	0,54	0,30	0,01	20	41,48	1,51	0,46
25	0,84		0,01	25	42,99		0,47
		0,36				1,50	
0.30	1,20	0,43	0,02	3.30	44,49	1,48	0,47
35	1,63	0,50	0,03	35	45,97	1,46	0,47
40	2,13	0,56	0,04	40	47,43	1,44	0,47
45	2,69	0,62	0,05	45	48,87	1,41	0,47
50	3,31	0,68	0,06	50	50,28	1,38	0,47
55	3,99		0,07	55	51,66		0,47
		0,74				1,35	
1. 0	4,73	0,80	0,08	4. 0	53,01	1,32	0,46
5	5,53	0,86	0,09	5	54,33	1,28	0,46
10	6,39	0,91	0,11	10	55,61	1,25	0,45
15	7,30	0,97	0,12	15	56,86	1,20	0,44
20	8,27	1,01	0,13	20	58,06	1,16	0,43
25	9,28		0,15	25	59,22		0,42
		1,07				1,11	
1.30	10,35	1,11	0,17	4.30	60,33	1,07	0,40
35	11,46	1,16	0,18	35	61,40	1,02	0,39
40	12,62	1,21	0,20	40	62,42	0,96	0,37
45	13,83	1,24	0,22	45	63,38	0,91	0,35
50	15,07	1,28	0,23	50	64,29	0,86	0,34
55	16,35		0,25	55	65,15		0,32
		1,32				0,80	
2. 0	17,67	1,35	0,27	5. 0	65,95	0,74	0,30
5	19,02	1,39	0,28	5	66,69	0,68	0,28
10	20,41	1,41	0,30	10	67,37	0,62	0,25
15	21,82	1,43	0,32	15	67,99	0,56	0,23
20	23,25	1,46	0,33	20	68,55	0,50	0,21
25	24,71		0,35	25	69,05		0,18
		1,48				0,43	
2.30	26,19	1,50	0,36	5.30	69,48	0,37	0,16
35	27,69	1,51	0,38	35	69,85	0,30	0,13
40	29,20	1,53	0,39	40	70,15	0,23	0,11
45	30,73	1,53	0,40	45	70,38	0,17	0,08
50	32,26	1,54	0,41	50	70,55	0,10	0,05
55	33,80	1,54	0,42	55	70,65	0,04	0,03
3. 0	35,34		0,43	6. 0	70,69		0,00

p	Correc-tions-Factor von M
1°.10'	0,6049
11	0,6223
12	0,6400
13	0,6579
14	0,6760
15	0,6944
16	0,7131
17	0,7320
18	0,7511
19	0,7705
20	0,7901
1.21	0,8100
22	0,8301
23	0,8505
24	0,8711
25	0,8920
26	0,9131
27	0,9344
28	0,9560
29	0,9779
30	1,0000
1.31	1,0223
32	1,0449
33	1,0678
34	1,0909
35	1,1142
36	1,1378
37	1,1616
38	1,1856
39	1,2100
40	1,2346
	von N
1°.10'	0,47
1.15	0,58
1.20	0,70
1.25	0,84
1.30	1,00
1.35	1,18
1.40	1,39

Anhang.

Berechnung der Höhen mittelst Barometer-Messungen.

Carlini hat die von *Laplace* (*Mécanique céleste vol. IV. pag.* **293**) zu diesem Zwecke gegebene Formel modificirt, (*Effemeridi di Milano* **1824**) und dieselbe mit eigenen Tabellen versehen, wodurch die Berechnung, der Genauigkeit unbeschadet, äusserst erleichtert und vereinfacht wird.

Setzt man nämlich voraus, es sei:

H und H' der in zwei Stationen beobachtete, von der Ausdehnung des Quecksilbers nicht befreite Barometer-Stand in Pariser Mass,

T und T' die Temperatur des Quecksilbers,

t und t' die Temperatur der Luft, beide nach Reaumur, und endlich 28 Zoll 2 Linien Pariser Mass der mittlere Barometerstand am Meere; so hat man die approximativen Höhen der zwei Beobachtungs-Stationen über dem Meere:

$$A = 10000 \log \frac{28.2}{H} + \frac{10000}{212} \log \frac{28.2}{H} \left(\frac{t+t'}{2} - 12\right) + T,$$

$$B = 10000 \log \frac{28.2}{H'} + \frac{10000}{212} \log \frac{28.2}{H'} \left(\frac{t+t'}{2} - 12\right) + T',$$

und dann den Höhen-Unterschied derselben $r = B - A$.

Die nach diesen Formeln berechnete Tabelle I ist nun wie folgt eingerichtet:

Die erste Rubrik enthält die Zolle (Pariser-Mass) und Linien der beobachteten Barometer-Höhe.

Die zweite gibt die Werthe der approximativen Höhe des der Beobachtung zunächst kommenden kleinern Barometerstandes über der Meeresfläche oder die Werthe von $10000 \log \frac{28.2}{H}$.

Die dritte enthält die, von den vorerwähnten Werthen abzuziehenden Grössen für jeden Zehnttheil der Linie auf der Barometer-Scala, über die Anzahl der ganzen Zolle und Linien.

Endlich ist in der vierten der Coëfficient $\frac{10000}{212} \log \frac{28.2}{H}$, angegeben, welcher mit dem Ueberschuss des Mittels der beiden Luft-Temperaturen über 12 oder mit $\frac{t+t'}{2} - 12$ multiplicirt werden muss.

Werden nun diese drei in der Tabelle enthaltenen Angaben für die eine der Beobachtungs-Stationen z. B. für A gefunden, und hiezu noch T oder der Thermometer-Grad addirt, welcher die Temperatur des Barometer-Quecksilbers anzeigt, so erhält man den entsprechenden Werth des angegebenen Ausdruckes für diesen Punkt A. Dasselbe geschieht hierauf rücksichtlich des Punktes B, wo H' den beobachteten Barometerstand und T' den Thermometer-Grad bezeichnen. Wird endlich von dem auf diese Weise erhaltenen Werthe von B, jener von A abgezogen, so ist auch der Höhen-Unterschied r beider beobachteten Stationen gefunden.

Um ein Beispiel hierüber zu geben, nehme man an, auf dem Punkte A wäre der beobachtete Barometerstand $H = 27''.9''',6$, die Temperatur des Quecksilbers $T = + 17{,}0$, und die Lufttemperatur $t = + 19{,}0$; auf dem Punkte B aber $H' = 24''.\ 1''',\ 9$, $T' = + 16{,}3$, $t' = + 15{,}2$. Die mittlere Temperatur der Luft ist somit $\frac{19{,}0 + 15{,}2}{2} = 17{,}1$ und ihr Ueberschuss über $12^\circ = + 5{,}1$

Mit dem Argumente $H = 27''.\ 9'''$ findet man in der Tabelle I die approximative Höhe $= 64{,}72$, so wie aus der zweiten Spalte den davon abzuziehenden Proportional-Theil für 0,6 Linie $= 7{,}86$. Auf gleiche Weise ist bei $27''.\ 9'''$ in der dritten Spalte die Correction für jeden Grad des Mittels der Luft-Temperatur über $12^\circ = 0{,}31$ ersichtlich, welcher Coëfficient mit 5,1 multiplicirt, für diesen Fall die Correction $= + 1{,}58$ gibt.

Der Ausdruck für A enthält daher:		Toisen
Die approximative Höhe	=	64,72
Proportional-Theil für 0,6 Linien	=	— 7,86
	=	56,86
Correction wegen der Lufttemperatur	=	+ 1,58
Correction wegen der Temperatur des Quecksilbers T . . .	=	+17,00
Summe $= A$	=	75,44
Für die Beobachtungs-Station B auf dieselbe Weise		
Approximative Höhe entsprechend $H' = 24''.\ 1'''$	=	680,19
Proportional-Theil für 0,9 Linien	=	—13,59
	=	666,60
Correction Betreff der Lufttemperatur	=	+16,37
Correction Betreff der Temperatur des Quecksilbers T' . .	=	+16,30
Summe $= B$	=	699,27

und daher der Höhen-Unterschied beider Stationen $= B - A = 623{,}83$ Toisen.

Die physischen und unvermeidlichen Einflüsse sind bei diesen Höhenbestimmungen so vielfach, dass es unnütz wäre durch Berücksichtigung jener Correctionen, welche zur Vereinfachung der Formeln und der durch

dieselben berechneten Tabellen vernachlässiget wurden, die annähernden Resultate auf einen grösseren Grad der Genauigkeit steigern zu wollen.

Sollte es aber durchaus nothwendig werden auch diese kleineren Correctionen anzubringen, so ist zu bemerken, dass sich die Vernachlässigung des Factors $1+0{,}002845 \cos 2\psi$ der Original-Formel *von Laplace* am stärksten äussern wird, wenn eine Beobachtung an den Polen oder am Aequator gemacht wurde, und mit der gemessenen Höhe selbst in Proportion steht.

In der Tabelle II, welche in ihren Spalten die geografische Breite des Ortes $= \psi$ und die Höhe $= r$ in sich fasst, sind bereits die berechneten Correctionen für die Höhe enthalten, die durch den Einfluss der Breite herbeigeführt werden.

Zur Correction der Annahme, dass der Coëfficient von $\frac{r}{a}$ in der Original-Formel der Einheit nahe oder gleich komme, ist die Tabelle III mit den Ausdrücken $\frac{t+t'}{2} - 12$ und r berechnet.

Endlich musste man noch die dritte Correction rücksichtlich der Temperatur des Quecksilbers im Barometer beifügen, welche in der Tabelle IV für die verschiedenen Werthe von $\frac{t+t'}{2} - 12$ und von $T - T'$ enthalten ist.

In dem angeführten Beispiele und bei der Annahme, dass die Barometer-Beobachtungen unter dem 48 Breitengrade vorgenommen wären, würden die letztbezeichneten drei Tabellen folgende Correctionen angeben:

Tab. II, mit den Argumenten	$\psi = 48^\circ$, und	$r = 624$;	Correction	$= -0{,}19$
Tab. III, „ „	„ $\frac{t+t'}{2} - 12 = +0{,}31$	„ $r = 624$;	„	$= -0{,}0$
Tab. IV, „ „	„ $\frac{t+t'}{2} - 12 = +0{,}31$	„ $T - T' = +0{,}7$;	„	$= -0{,}00$
			Summe der Correction	$= -0{,}25$

Es wird daher der verbesserte Höhen-Unterschied

$$r = 623{,}83 - 0{,}25 = 623{,}58 \text{ Toisen.}$$

Woraus wohl leicht zu sehen ist, dass in den meisten Fällen diese kleinen Correctionen, wie bereits erwähnt, der Genauigkeit unbeschadet, vernachlässiget werden können.

Tabelle I.

Höhe des Barometers	Approximative Höhe über der Meeresfläche	Abzug für jeden Zehntheil einer Linie	Correct. für jeden Grad der mittleren Lufttemperatur über 12°	Höhe des Barometers	Approximative Höhe über der Meeresfläche	Abzug für jeden Zehntheil einer Linie	Correct. für jeden Grad der mittleren Lufttemperatur über 12°	Höhe des Barometers	Approximative Höhe über der Meeresfläche	Abzug für jeden Zehntheil einer Linie	Correct. für jeden Grad der mittleren Lufttemperatur über 12°
30″. 0‴	—273 , 86	1 , 21	1 , 29	26″. 6‴	+264 , 90	1 , 37	1 , 25	23″. 0‴	880 , 08	1 , 58	4 , 15
29 . 11	—261 , 78	1 , 11	1 , 23	26 . 5	278 , 57	1 , 37	1 , 32	22 . 11	895 , 84	1 , 58	4 , 23
29 . 10	—249 , 66	1 , 21	1 , 18	26 . 4	292 , 30	1 , 38	1 , 38	22 . 10	911 , 66	1 , 59	4 , 30
29 . 9	—237 , 52	1 , 22	1 , 12	26 . 3	306 , 06	1 , 38	1 , 44	22 . 9	927 , 54	1 , 59	4 , 38
29 . 8	—225 , 33	1 , 22	1 , 06	26 . 2	319 , 87	1 , 39	1 , 51	22 . 8	943 , 48	1 , 60	4 , 45
29 . 7	—213 , 12	1 , 22	1 , 01	26 . 1	333 , 72	1 , 39	1 , 58	22 . 7	959 , 47	1 , 61	4 , 53
29 . 6	—200 , 87	1 , 23	0 , 95	26 . 0	347 , 62	1 , 39	1 , 64	22 . 6	975 , 53	1 , 61	4 , 61
29 . 5	—188 , 58	1 , 23	0 , 89	25 . 11	361 , 56	1 , 40	1 , 71	22 . 5	991 , 64	1 , 62	4 , 68
29 . 4	—176 , 26	1 , 24	0 , 83	25 . 10	375 , 55	1 , 40	1 , 77	22 . 4	1007 , 81	1 , 62	4 , 76
29 . 3	—163 , 90	1 , 24	0 , 77	25 . 9	389 , 58	1 , 41	1 , 84	22 . 3	1024 , 05	1 , 63	4 , 83
29 . 2	—151 , 51	1 , 24	0 , 71	25 . 8	403 , 66	1 , 41	1 , 91	22 . 2	1040 , 35	1 , 64	4 , 91
22 . 1	—139 , 09	1 , 25	0 , 66	25 . 7	417 , 78	1 , 42	1 , 97	22 . 1	1056 , 71	1 , 64	4 , 99
99 . 0	—126 , 62	1 , 25	0 , 60	25 . 6	431 , 95	1 , 42	2 , 04	22 . 0	1073 , 13	1 , 65	5 , 07
28 . 11	—114 , 13	1 , 25	0 , 54	25 . 5	446 , 17	1 , 42	2 , 11	21 . 11	1089 , 61	1 , 66	5 , 14
28 . 10	—101 , 59	1 , 26	0 , 48	25 . 4	460 , 43	1 , 43	2 , 17	21 . 10	1106 , 15	1 , 66	5 , 22
28 . 9	— 89 , 02	1 , 26	0 , 42	25 . 3	474 , 74	1 , 44	2 , 24	21 . 9	1122 , 76	1 , 67	5 , 30
28 . 8	— 76 , 42	1 , 26	0 , 36	25 . 2	489 , 10	1 , 44	2 , 31	21 . 8	1139 , 43	1 , 67	5 , 38
28 . 7	— 63 , 77	1 , 27	0 , 30	25 . 1	503 , 50	1 , 45	2 , 38	21 . 7	1156 , 17	1 , 68	5 , 45
28 . 6	— 51 , 09	1 , 27	0 , 24	25 . 0	517 , 95	1 , 45	2 , 45	21 . 6	1172 , 97	1 , 69	5 , 54
28 . 5	— 38 , 38	1 , 28	0 , 18	24 . 11	532 , 45	1 , 45	2 , 51	21 . 5	1189 , 84	1 , 69	5 , 62
28 . 4	— 25 , 62	1 , 28	0 , 12	24 . 10	547 , 00	1 , 46	2 , 58	21 . 4	1206 , 77	1 , 70	5 , 70
28 . 3	— 12 , 83	1 , 28	0 , 06	24 . 9	561 , 60	1 , 46	2 , 65	21 . 3	1223 , 76	1 , 71	5 , 78
28 . 2	0 , 00	1 , 29	0 , 00	24 . 8	576 , 25	1 , 47	2 , 72	21 . 2	1240 , 83	1 , 71	5 , 86
28 . 1	+ 12 , 87	1 , 29	+0 , 06	24 . 7	590 , 95	1 , 48	2 , 79	21 . 1	1257 , 96	1 , 72	5 , 94
28 . 0	25 , 77	1 , 29	0 , 12	24 . 6	605 , 69	1 , 48	2 , 86	21 . 0	1275 , 16	1 , 73	6 , 02
27 . 11	38 , 72	1 , 30	0 , 18	24 . 5	620 , 49	1 , 48	2 , 93	20 . 11	1292 , 43	1 , 73	6 , 10
27 . 10	51 , 70	1 , 30	0 , 24	24 . 4	635 , 34	1 , 49	3 , 00	20 . 10	1309 , 77	1 , 74	6 , 18
27 . 9	64 , 72	1 , 31	0 , 31	24 . 3	640 , 24	1 , 50	3 , 07	20 . 9	1327 , 17	1 , 75	6 , 27
27 . 8	77 , 79	1 , 31	0 , 37	24 . 2	665 , 19	1 , 50	3 , 14	20 . 8	1314 , 65	1 , 75	6 , 35
27 . 7	90 , 89	1 , 31	0 , 43	24 . 1	680 , 19	1 , 51	3 , 21	20 . 7	1362 , 20	1 , 76	6 , 43
27 . 6	104 , 03	1 , 32	0 , 49	24 . 0	695 , 24	1 , 51	3 , 28	20 . 6	1379 , 82	1 , 77	6 , 51
27 . 5	117 , 21	1 , 32	0 , 55	23 . 11	710 , 35	1 , 52	3 , 35	20 . 5	1397 , 51	1 , 78	6 , 60
27 . 4	130 , 43	1 , 33	0 , 62	23 . 10	725 , 51	1 , 52	3 , 43	20 . 4	1415 , 27	1 , 78	6 , 68
27 . 3	143 , 69	1 , 33	0 , 68	23 . 9	749 , 72	1 , 53	3 , 50	20 . 3	1433 , 10	1 , 79	6 , 77
27 . 2	156 , 99	1 , 33	0 , 74	23 . 8	755 , 98	1 , 53	3 , 57	20 . 2	1451 , 02	1 , 80	6 , 85
27 . 1	170 , 33	1 , 34	0 , 80	23 . 7	771 , 30	1 , 54	3 , 64	20 . 1	1469 , 00	1 , 81	6 , 94
27 . 0	183 , 72	1 , 34	0 , 87	23 . 6	786 , 68	1 , 54	3 , 71	20 . 0	1487 , 05	1 , 81	7 , 02
26 . 11	197 , 14	1 , 35	0 , 93	23 . 5	802 , 10	1 , 55	3 , 79	19 . 11	1505 , 19	1 , 82	7 , 11
26 . 10	210 , 61	1 , 35	0 , 99	23 . 4	817 , 59	1 , 55	3 , 86	19 . 10	1523 , 40	1 , 83	7 , 19
26 . 9	224 , 12	1 , 36	1 , 06	23 . 3	833 , 12	1 , 56	3 , 93	19 . 9	1541 , 68	1 , 84	7 , 28
26 . 8	237 , 67	1 , 36	1 , 12	23 . 2	848 , 72	1 , 56	4 , 00	19 . 8	1560 , 05	1 , 84	7 , 36
26 . 7	251 , 26	1 , 36	1 , 19	23 . 1	864 , 37	1 , 57	4 , 08	19 . 7	1578 , 49	1 , 85	7 , 45
26 . 6	264 , 90	1 , 37	1 , 25	23 . 0	880 , 08	1 , 58	4 , 15	19 . 6	1597 , 01	1 , 86	7 , 54

Tabelle I.

Höhe des Barometers	Approximative Höhe über der Meeresfläche	Abzug für jeden Zehntheil einer Linie	Correct. für jeden Grad der mittleren Lufttemperatur über 12°	Höhe des Barometers	Approximative Höhe über der Meeresfläche	Abzug für jeden Zehntheil einer Linie	Correct. für jeden Grad der mittleren Lufttemperatur über 12°	Höhe des Barometers	Approximative Höhe über der Meeresfläche	Abzug für jeden Zehntheil einer Linie	Correct. für jeden Grad der mittleren Lufttemperatur über 12°
19″. 6‴	1597 , 01	1 , 86	7 , 54	16″. 6‴	2322 , 51	2 , 20	10 , 96	13″. 6‴	3194 , 05	2 , 69	15 , 07
19 . 5	1615 , 61	1 , 87	7 , 63	16 . 5	2344 , 50	2 , 21	11 , 07	13 . 5	3220 , 91	2 , 71	15 , 19
19 . 4	1634 , 29	1 , 88	7 , 72	16 . 4	2366 , 61	2 , 22	11 , 17	13 . 4	3247 , 97	2 , 73	15 , 31
19 . 3	1653 , 05	1 , 88	7 , 80	16 . 3	2388 , 82	2 , 23	11 , 28	13 . 3	3275 , 20	2 , 75	15 , 45
19 . 2	1671 , 89	1 , 89	7 , 89	16 . 2	2411 , 15	2 , 24	11 , 38	13 . 2	3302 , 60	2 , 76	15 , 58
19 . 1	1690 , 81	1 , 90	7 , 98	16 . 1	2433 , 59	2 , 26	11 , 49	13 . 1	3330 , 17	2 , 77	15 , 71
19 . 0	1709 , 82	1 , 91	8 , 07	16 . 0	2456 , 15	2 , 27	11 , 60	13 . 0	3357 , 92	2 , 79	15 , 84
18 . 11	1728 , 91	1 , 92	8 , 16	15 . 11	2478 , 83	2 , 28	11 , 70	12 . 11	3385 , 85	2 , 81	15 , 97
18 . 10	1748 , 08	1 , 93	8 , 25	15 . 10	2501 , 63	2 , 29	11 , 81	12 . 10	3413 , 96	2 , 83	16 , 10
18 . 9	1767 , 34	1 , 93	8 , 34	15 . 9	2524 , 55	2 , 30	11 , 92	12 . 9	3442 , 25	2 , 85	16 , 24
16 . 8	1786 , 69	1 , 94	8 , 43	15 . 8	2547 , 59	2 , 32	12 , 03	12 . 8	3470 , 73	2 , 87	16 , 37
18 . 7	1806 , 12	1 , 95	8 , 53	15 . 7	2570 , 75	2 , 33	12 , 14	12 . 7	3499 , 40	2 , 88	16 , 51
18 . 6	1825 , 64	1 , 96	8 , 62	15 . 6	2594 , 04	2 , 34	12 , 25	12 . 6	3528 , 25	2 , 90	16 , 64
18 . 5	1845 , 24	1 , 97	8 . 71	15 . 5	2617 , 45	2 , 35	12 , 36	12 . 5	3557 , 30	2 , 92	16 , 78
18 . 4	1864 , 94	1 , 98	8 , 80	15 . 4	2640 , 99	2 , 37	12 , 47	12 . 4	3586 , 55	2 , 94	16 , 92
18 . 3	1884 , 73	1 , 99	8 , 90	15 . 3	2664 , 66	2 , 38	12 , 58	12 . 3	3615 , 99	2 , 97	17 , 06
18 . 2	1904 , 60	2 , 00	8 , 99	15 . 2	2688 , 45	2 , 39	12 , 69	12 . 2	3645 , 64	2 , 98	17 , 20
18 . 1	1924 , 57	2 , 01	9 , 09	15 . 1	2712 , 38	2 , 41	12 , 81	12 . 1	3675 , 49	3 , 00	17 , 34
1b . 0	1944 , 63	2 , 02	9 , 18	15 . 0	2736 , 44	2 , 42	12 , 92	12 . 0	3705 , 54	3 , 03	17 , 48
17 . 11	1964 , 78	2 , 03	9 , 28	14 . 11	2760 , 64	2 , 43	13 , 03	11 . 11	3735 , 81	3 , 05	17 , 62
17 . 10	1985 , 03	2 , 03	9 , 37	14 . 10	2784 , 97	2 , 44	13 , 15	11 . 10	3766 , 28	3 , 07	17 , 77
17 . 9	2005 , 37	2 , 04	9 , 47	14 . 9	2809 , 43	2 , 46	13 , 26	11 . 9	3796 , 98	3 , 09	17 , 91
17 . 8	2025 , 81	2 , 05	9 , 56	14 . 8	2834 , 04	2 , 47	13 , 38	11 . 8	3827 , 89	3 , 11	18 , 06
17 . 7	2046 , 34	2 , 06	9 , 66	14 . 7	2858 , 79	2 , 49	13 , 50	11 . 7	3859 , 02	3 , 14	18 , 20
17 . 6	2066 , 97	2 , 07	9 , 76	14 . 6	2883 , 68	2 , 50	13 , 61	11 . 6	3890 , 38	3 , 16	18 , 35
17 , 5	2087 , 70	2 , 08	9 , 86	14 . 5	2908 , 71	2 , 52	13 . 73	11 . 5	3921 , 96	3 , 18	18 , 50
17 , 4	2108 , 53	2 , 09	9 , 95	14 . 4	2933 , 88	2 , 53	13 . 85	11 . 4	3953 , 78	3 , 21	18 , 65
17 , 3	2129 , 46	2 , 10	10 , 05	14 . 3	2959 , 21	2 , 55	13 . 97	11 . 3	3985 , 83	3 , 23	18 , 80
17 , 2	2150 , 50	2 , 11	10 , 15	14 . 2	2984 , 68	2 , 56	14 . 09	11 . 2	4018 , 12	3 , 25	18 , 95
17 , 1	2171 , 63	2 , 12	10 , 25	14 . 1	3010 , 30	2 , 58	14 . 21	11 . 1	4050 , 65	3 , 28	19 , 11
17 , 0	2192 , 86	2 , 13	10 , 35	14 . 0	3036 , 07	2 , 59	14 . 33	11 . 0	4083 , 43	3 , 30	19 , 26
16 . 11	2214 , 21	2 , 14	10 , 45	13 . 11	3062 , 00	2 , 61	14 , 44	10 . 11	4116 , 45	3 , 33	19 , 42
16 . 10	2235 , 65	2 , 15	10 , 55	13 . 10	3088 , 09	2 , 62	14 , 57	10 . 10	4149 , 73	3 , 35	19 , 57
16 . 9	2257 , 21	2 , 17	10 , 66	13 . 9	3114 , 33	2 , 64	14 , 69	10 . 9	4183 , 27	3 , 37	19 , 73
16 . 8	2278 , 87	2 , 18	10 , 76	13 . 8	3140 , 73	2 , 66	14 , 82				
16 . 7	2300 , 64	2 , 19	10 , 86	13 . 7	3167 , 29	2 , 68	14 , 94				
16 . 6	2322 , 51	2 , 20	10 , 96	13 . 6	3194 , 05	2 , 69	15 , 07				

Tabelle II.

Correction in Rücksicht der geografischen Breite.

Geografische Breite = ψ	Höhe über der Meeresfläche = r								Geografische Breite = ψ
	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	
	Toisen								
0° +	1,42	2,84	4,27	5,69	7,11	8,53	9,95	11,38	−90°
5	1,40	2,80	4,20	5,60	7,00	8,41	9,81	11,21	85
10	1,34	2,67	4,01	5,35	6,68	8,00	9,34	10,68	80
15	1,23	2,46	3,69	4,92	6,25	7,49	8,72	9,95	75
20	1,09	2,18	3,27	4,36	5,45	6,54	7,63	8,72	70
25	0,91	1,83	2,74	3,66	4,57	5,48	6,40	7,31	65
30	0,71	1,42	2,13	2,84	3,55	4,27	4,98	5,69	60
35	0,49	0,97	1,46	1,94	2,43	2,92	3,40	3,89	55
40	0,24	0,49	0,73	0,98	1,22	1,47	1,71	1,96	50
41	0,20	0,40	0,59	0,79	0,99	1,19	1,39	1,58	49
42	0,15	0,30	0,45	0,60	0,74	0,89	1,04	1,19	48
43	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,59	0,69	0,79	47
44	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	46
45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	45

Tabelle III.

Verbesserung wegen Abnahme der Schwere.

Temperatur $= \frac{t+t'}{2} - 12°$	Höhe = r							
	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000
	Toisen							
−10	−0,10	−0,11	−0,05	+0,09	+0,30	+0,60	+0,98	+1,43
− 8	−0,09	−0,10	−0,03	+0,11	+0,34	+0,64	+1,02	+1,48
− 6	−0,08	−0,09	−0,01	+0,14	+0,37	+0,68	+1,07	+1,53
− 4	−0,08	−0,07	+0,01	+0,16	+0,40	+0,72	+1,11	+1,58
− 2	−0,07	−0,06	+0,02	+0,19	+0,43	+0,75	+1,16	+1,63
0	−0,06	−0,05	+0,04	+0,21	+0,46	+0,79	+1,20	+1,68
+ 2	−0,06	−0,03	+0,06	+0,24	+0,50	+0,83	+1,24	+1,73
+ 4	−0,05	−0,02	+0,08	+0,26	+0,53	+0,87	+1,29	+1,79
+ 6	−0,05	−0,01	+0,10	+0,28	+0,56	+0,91	+1,33	+1,84
+ 8	−0,04	0,00	+0,12	+0,31	+0,59	+0,95	+1,38	+1,89
+10	−0,04	+0,02	+0,14	+0,33	+0,62	+0,99	+1,42	+1,94

Tabelle IV.

Zweite Correction rücksichtlich der Temperatur des Quecksilbers.

Temperatur $= \frac{t+t'}{2} - 12^\circ$	Unterschied der Temperatur = T − T'									
	Grade									
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
Grade	Toisen									
−10	+0,09	+0,18	+0,27	+0,35	+0,44	+0,53	+0,62	+0,71	+0,80	+0,88
− 8	+0,07	+0,14	+0,21	+0,28	+0,35	+0,42	+0,49	+0,56	+0,63	+0,70
− 6	+0,05	+0,10	+0,15	+0,20	+0,25	+0,30	+0,35	+0,41	+0,46	+0,51
− 4	+0,03	+0,06	+0,10	+0,13	+0,16	+0,19	+0,22	+0,25	+0,29	+0,32
− 2	+0,01	+0,03	+0,04	+0,05	+0,06	+0,08	+0,09	+0,10	+0,12	+0,13
0	−0,01	−0,01	−0,02	−0,02	−0,03	−0,04	−0,04	−0,05	−0,05	−0,06
+ 2	−0,02	−0,05	−0,07	−0,10	−0,12	−0,15	−0,17	−0,20	−0,22	−0,25
+ 4	−0,04	−0,09	−0,13	−0,18	−0,22	−0,26	−0,31	−0,35	−0,39	−0,44
+ 6	−0,06	−0,13	−0,19	−0,25	−0,31	−0,38	−0,44	−0,50	−0,56	−0,63
+ 8	−0,08	−0,16	−0,24	−0,33	−0,41	−0,49	−0,57	−0,65	−0,73	−0,82
+10	−0,10	−0,20	−0,30	−0,40	−0,50	−0,60	−0,70	−0,80	−0,90	−1,00

Verbesserungen.

Seite IV letzte Zeile statt: Von den weitern Reductionen der 50 etc.
lies: Von den weitern Reductionen der so ermittelten Basislänge.

„ 119 Zeile 21 Columne 2 statt: *L* lies: *R*.

„ 120 „ 16 „ 2 „ *L* „ *R*.

„ 136 „ 31 statt: (Formel IV) (Formel IV′) lies: (Formel IV′) (Formel IV).

„ 144 „ 2 „ (*a*) $\lambda =$; und (*b*) ψ' . . . „ (*a*) $tang\ \lambda' =$; (*b*) $sin\ \psi' =$

„ 147 „ 9 „ $\frac{K\ coe\ Z}{R\ sin\ 1''}$ „ $\frac{K\ cos\ Z}{R\ sin\ 1'}$

„ 171 „ 26 ist hinzuzufügen: Um bei dem Gebrauche der Formel

$$\mp M\Sigma' \mp M^2\Sigma''\ cotang\ (p \mp \psi)$$

in Rücksicht der Zeichen alle Ungewissheit zu vermeiden, soll man bemerken, dass für Culminationen auf Südseite des Zeniths

$$M = \frac{sin\ p\ sin\ \psi}{(sin\ p - \psi)} \text{ und die Reduction } - M\Sigma' + M^2\Sigma''\ cotang\ (p - \psi)$$

für obere Culminationen auf Nordseite

$$M = \frac{sin\ p\ sin\ \psi}{sin\ (p - \psi)} \ldots\ldots\ldots \text{„} \quad - M\Sigma' + M^2\Sigma''\ cotang\ (\psi - p)$$

für untere Culminationen

$$M = \frac{sin\ p\ sin\ \psi}{sin\ (p + \psi)} \ldots\ldots\ldots \text{„} \quad + M\Sigma' + M^2\Sigma''\ cotang\ (\psi + p)$$

„ 172 „ 1 statt: $\frac{2\ sin^h \frac{s}{2}}{sin\ 1''}$ lies: $\frac{2\ sin^4 \frac{s}{2}}{sin\ 1''}$

„ 174 „ 5 ist hinzuzufügen: Das Argument zur Auffindung von *M* und *N* ist der Stundenwinkel S von 0^h bis 24^h gezählt, und man hat für Θ der Hilfstabelle

im I[ten] Quadranten	von *S*:		$\Theta = S$
II[ten]	„	„	$\Theta = 12^h - S$
III[ten]	„	„	$\Theta = S - 12^h$
IV[ten]	„	„	$\Theta = 24^h - S$

In Rücksicht der Zeichen von *M* und *N* ist zu bemerken, dass *M* immer negativ, *N* aber für den II[ten] und III[ten] negativ, und für den I[ten] und IV[ten] Quadranten positiv zu nehmen ist.

„ 177 „ 24 statt: corigirte lies: corrigirte.

„ 177 „ 31 „ gsgen „ gegen.

„ 188 Tabelle IV Columne I statt: log H lies: Arg H.

„ 193 Zeile 12 statt: 0,0103724,3 lies: 0,0103409,7.

NB. Die letzte Zahl kommt aus den neuesten zu Neapel gemachten Massvergleichungen.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Fig. 1.

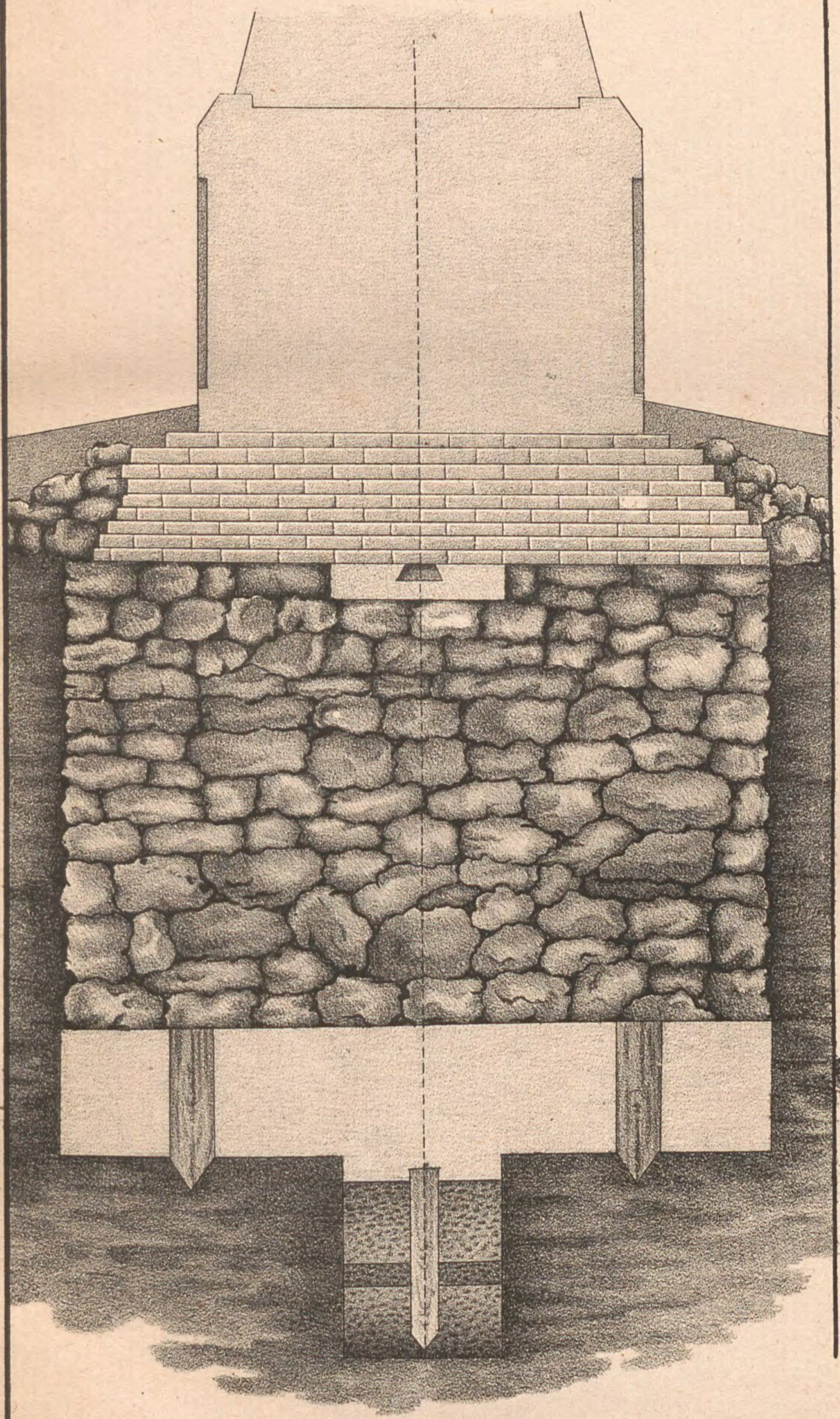


Fig. 3.

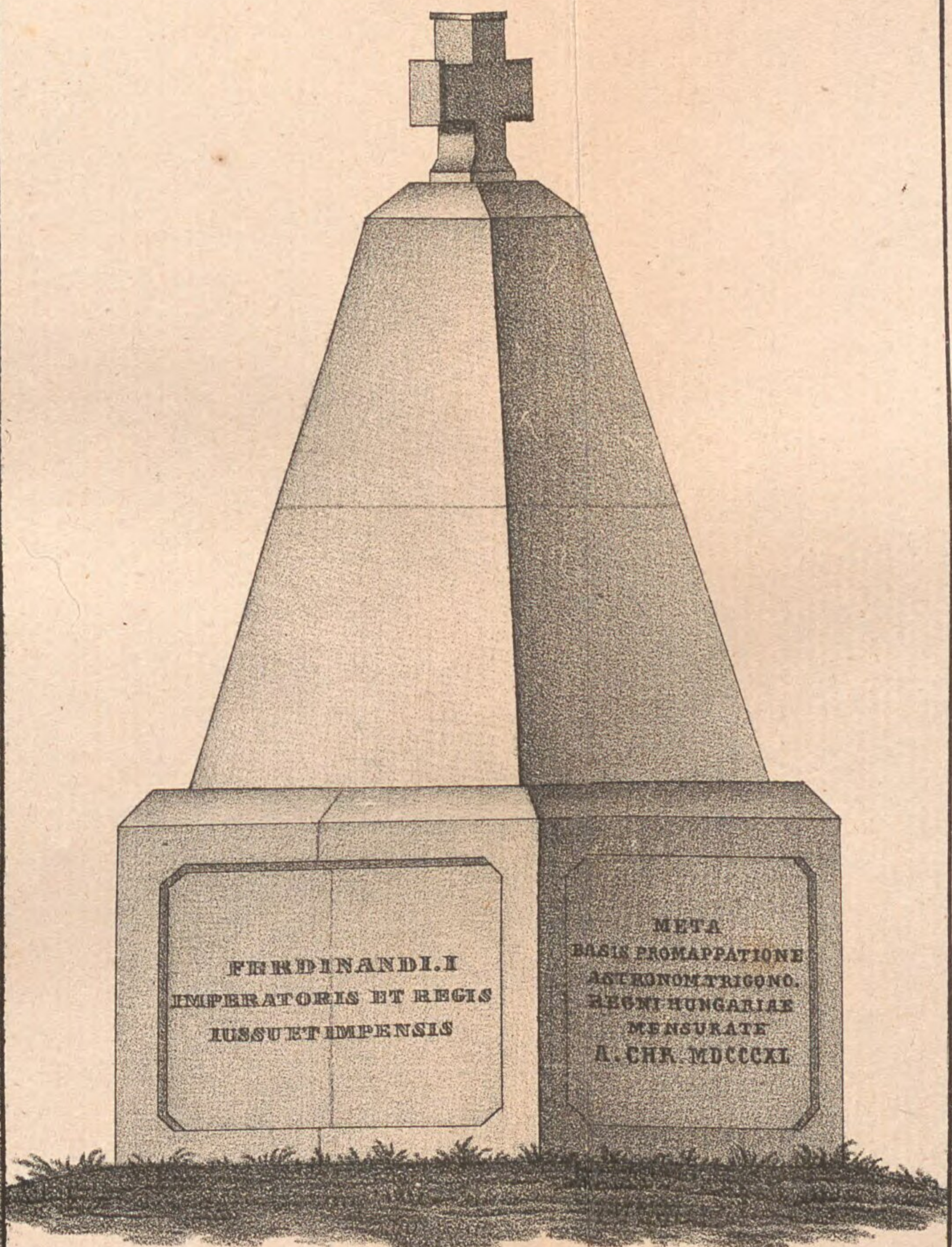


Fig. 2.

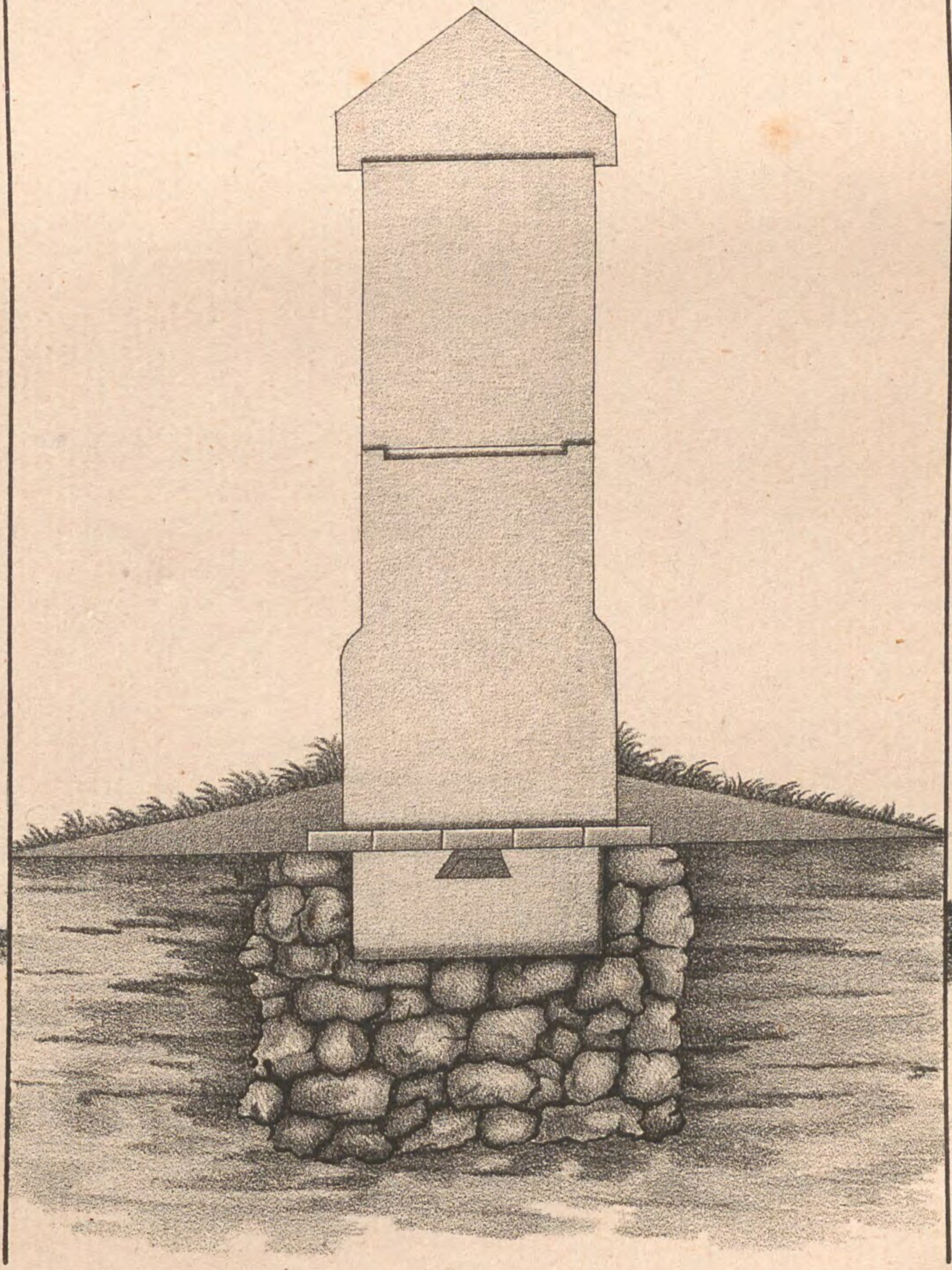


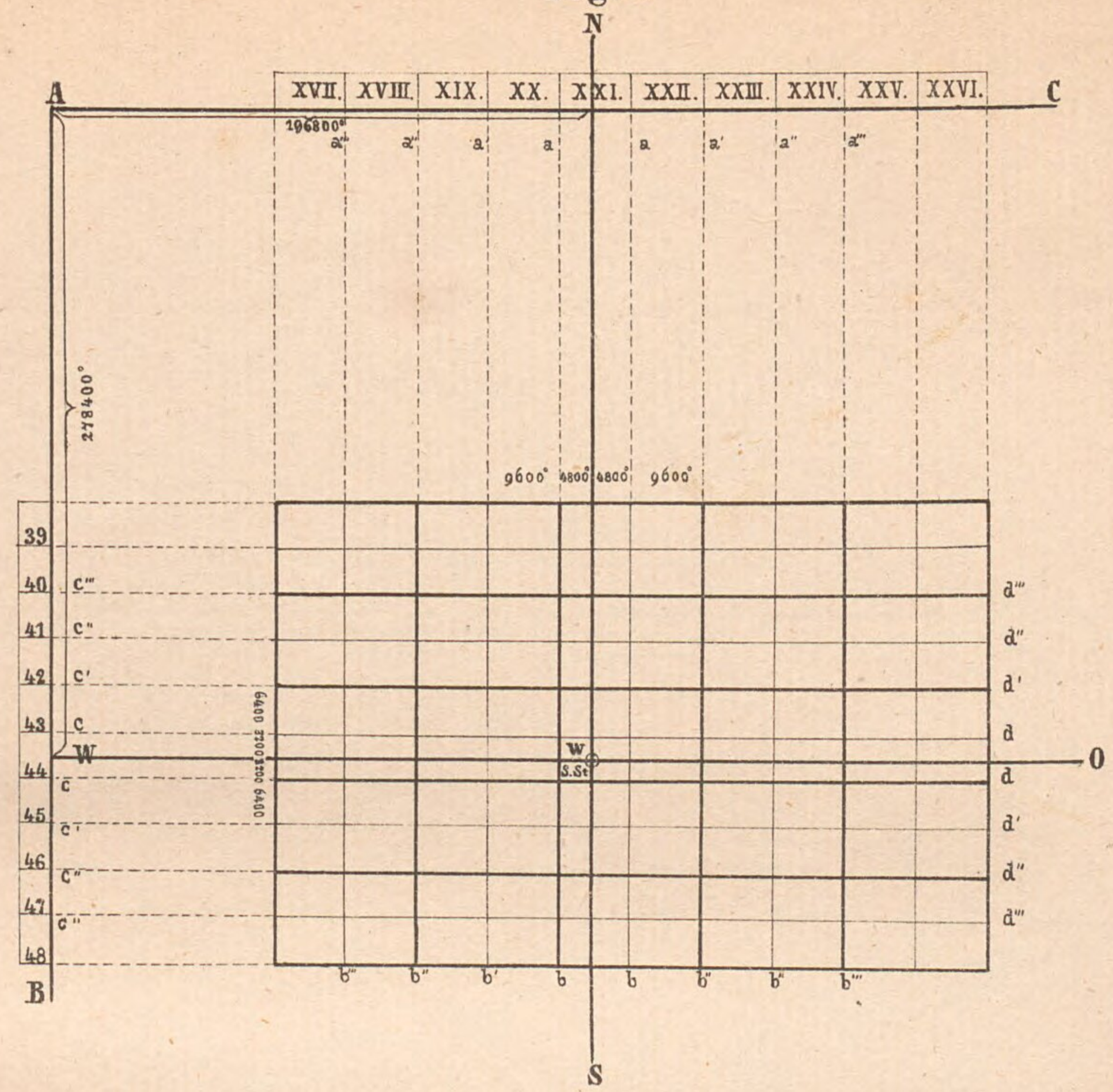
Fig. 4.



Maſsstab zu Fig 1. 2. 3. 4.

12" 8" 4" 0" 1' 2' 3' 4' 5'

Fig. 6.



Maſsstab zu Fig. 7_12.

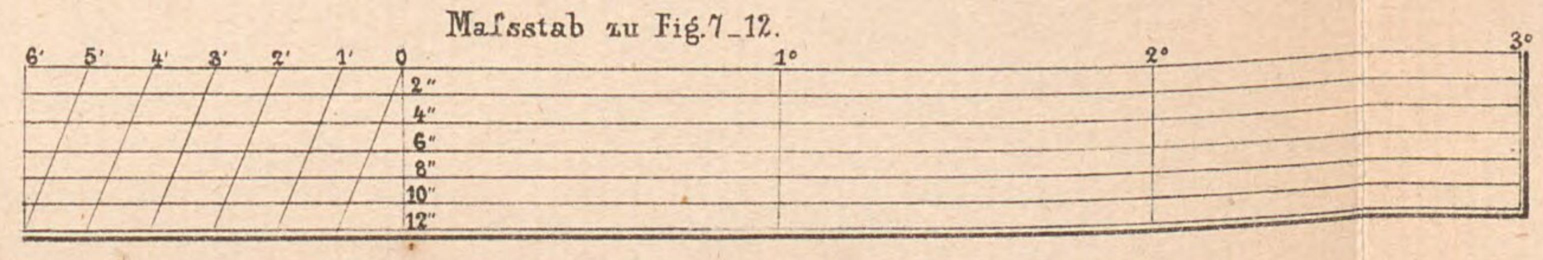


Fig. 9.

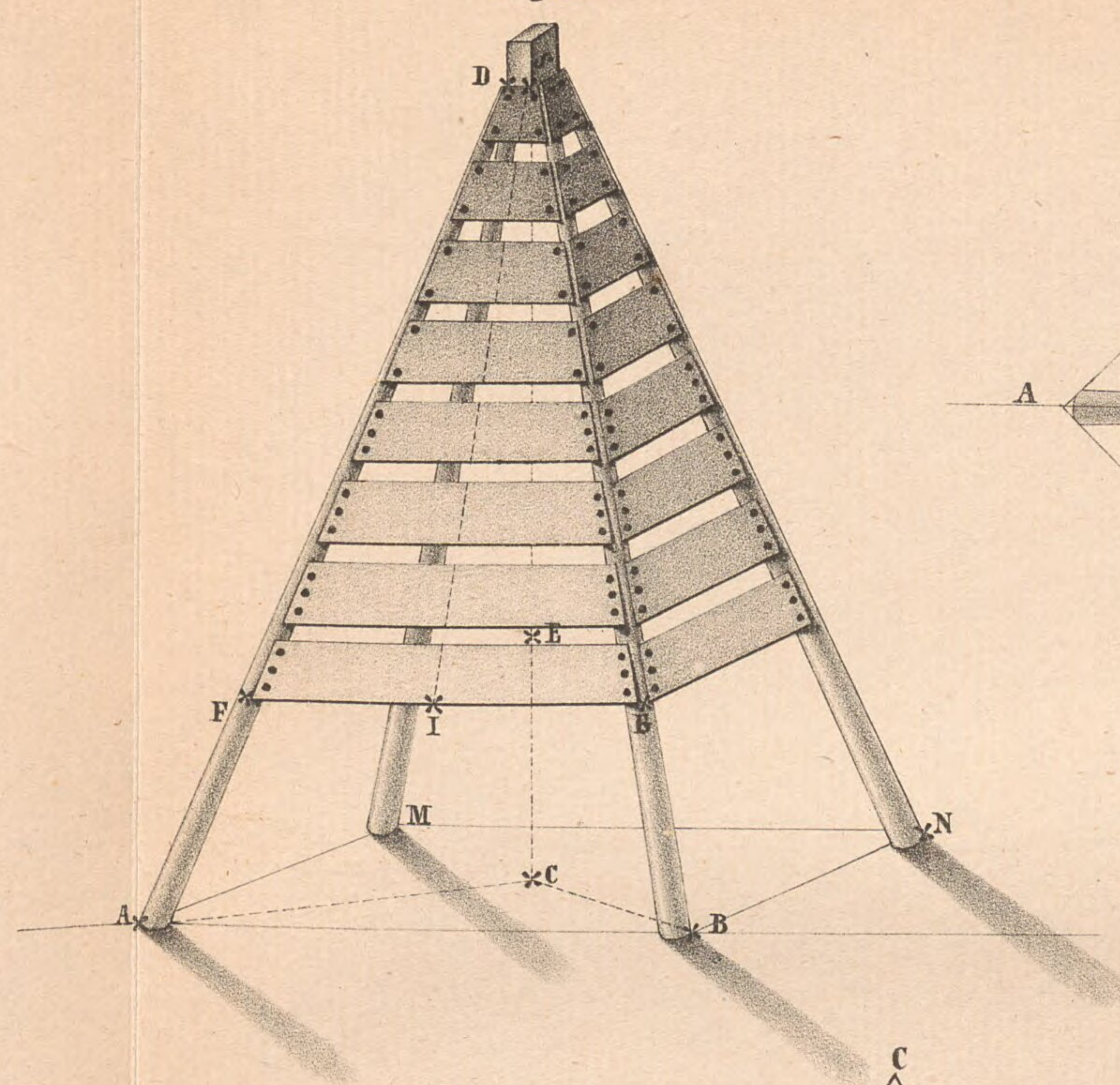


Fig. 11.

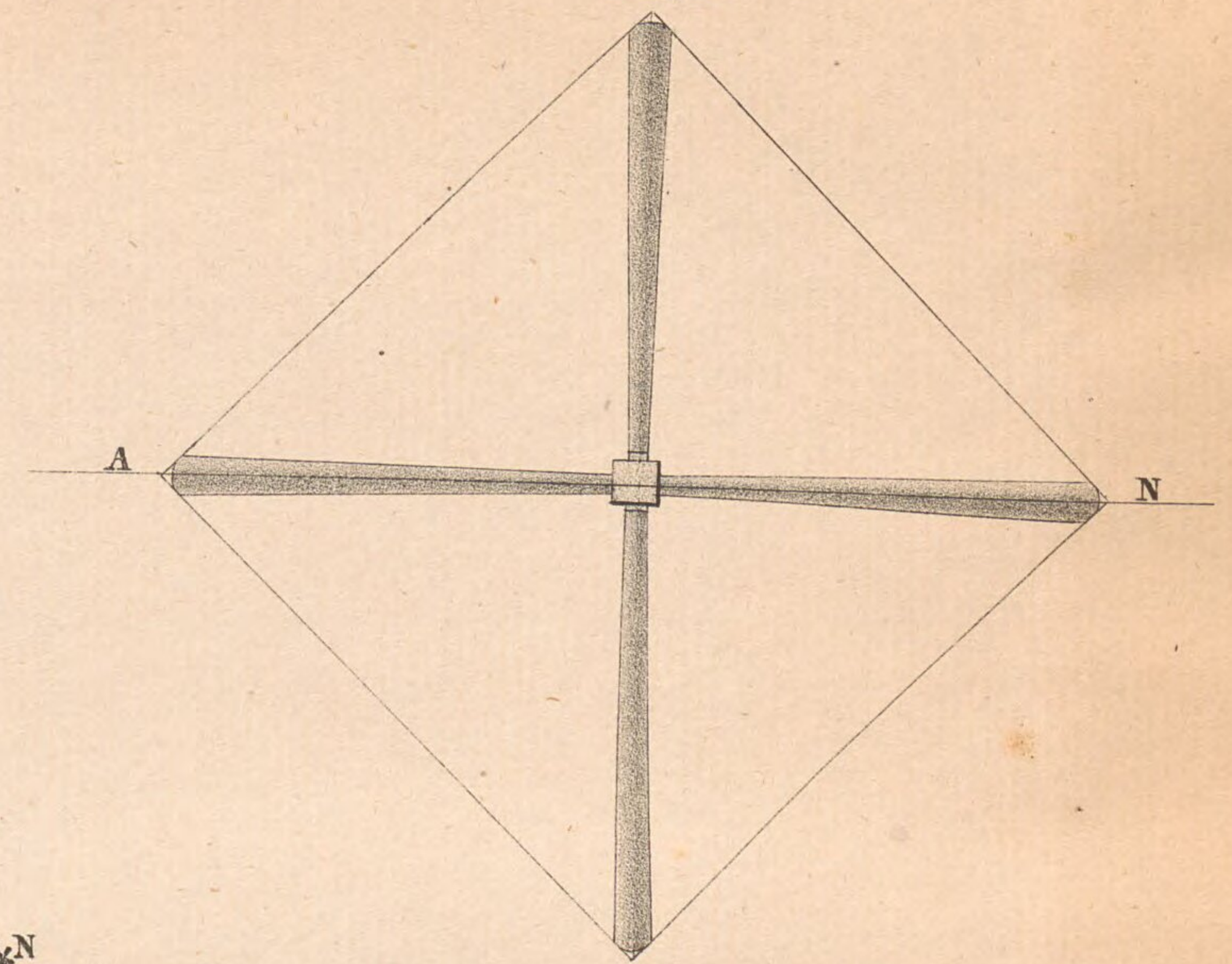


Fig. 5.

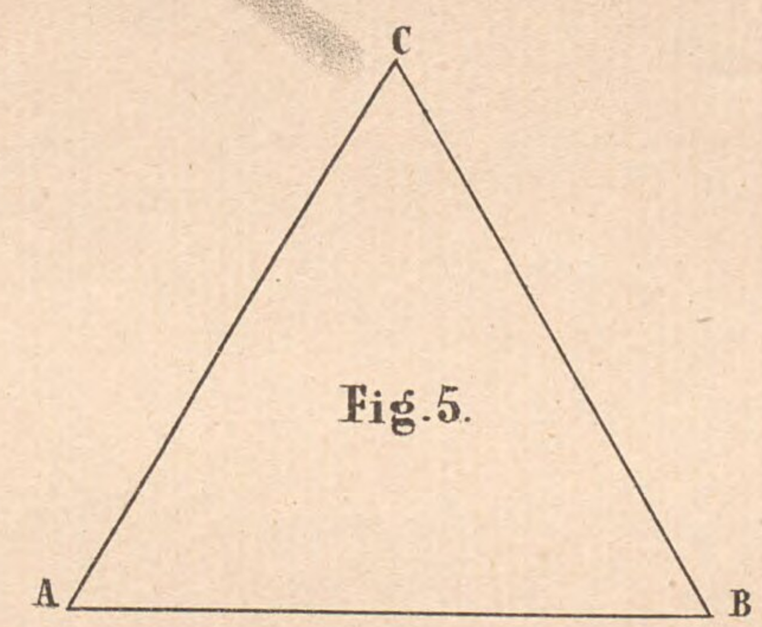


Fig. 10.

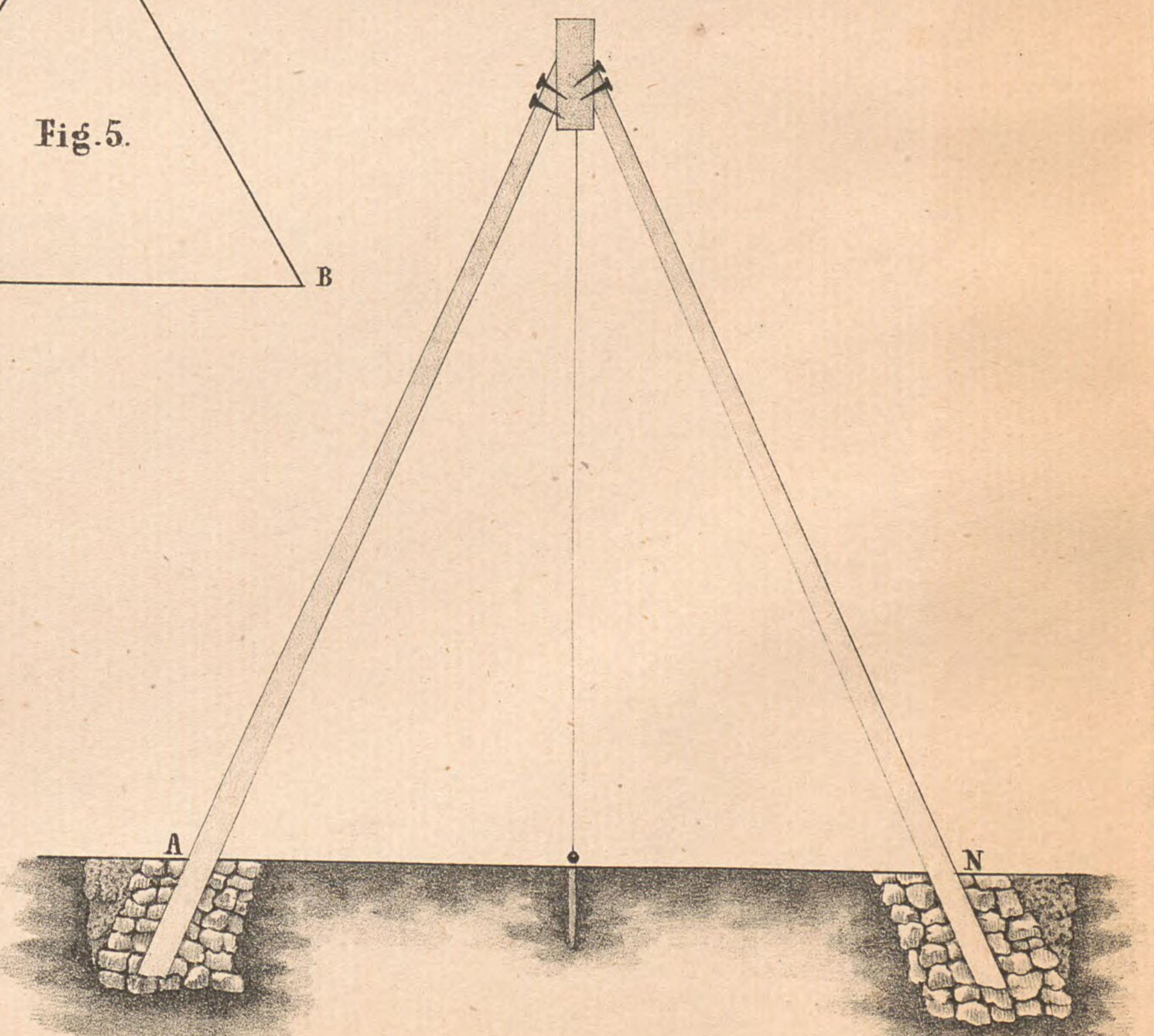


Fig. 12.

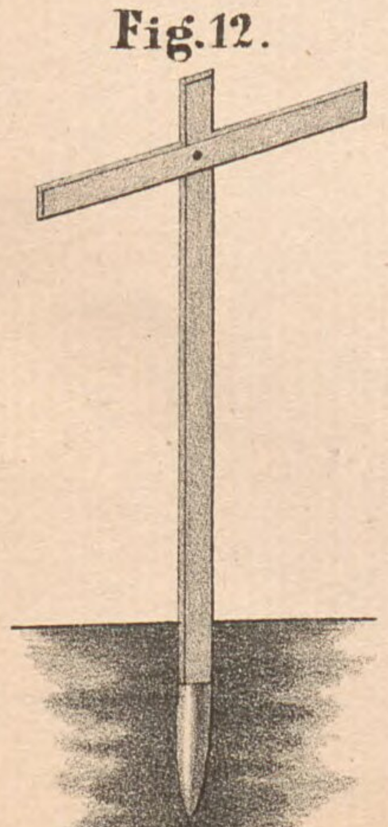


Fig. 7.

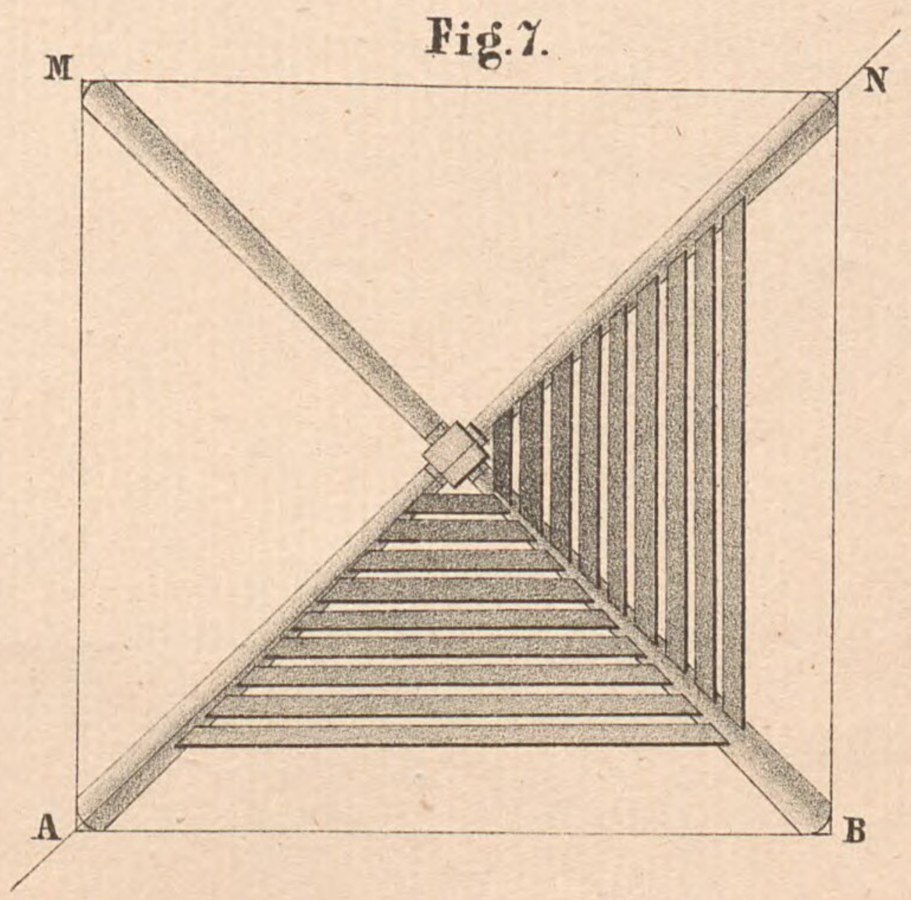
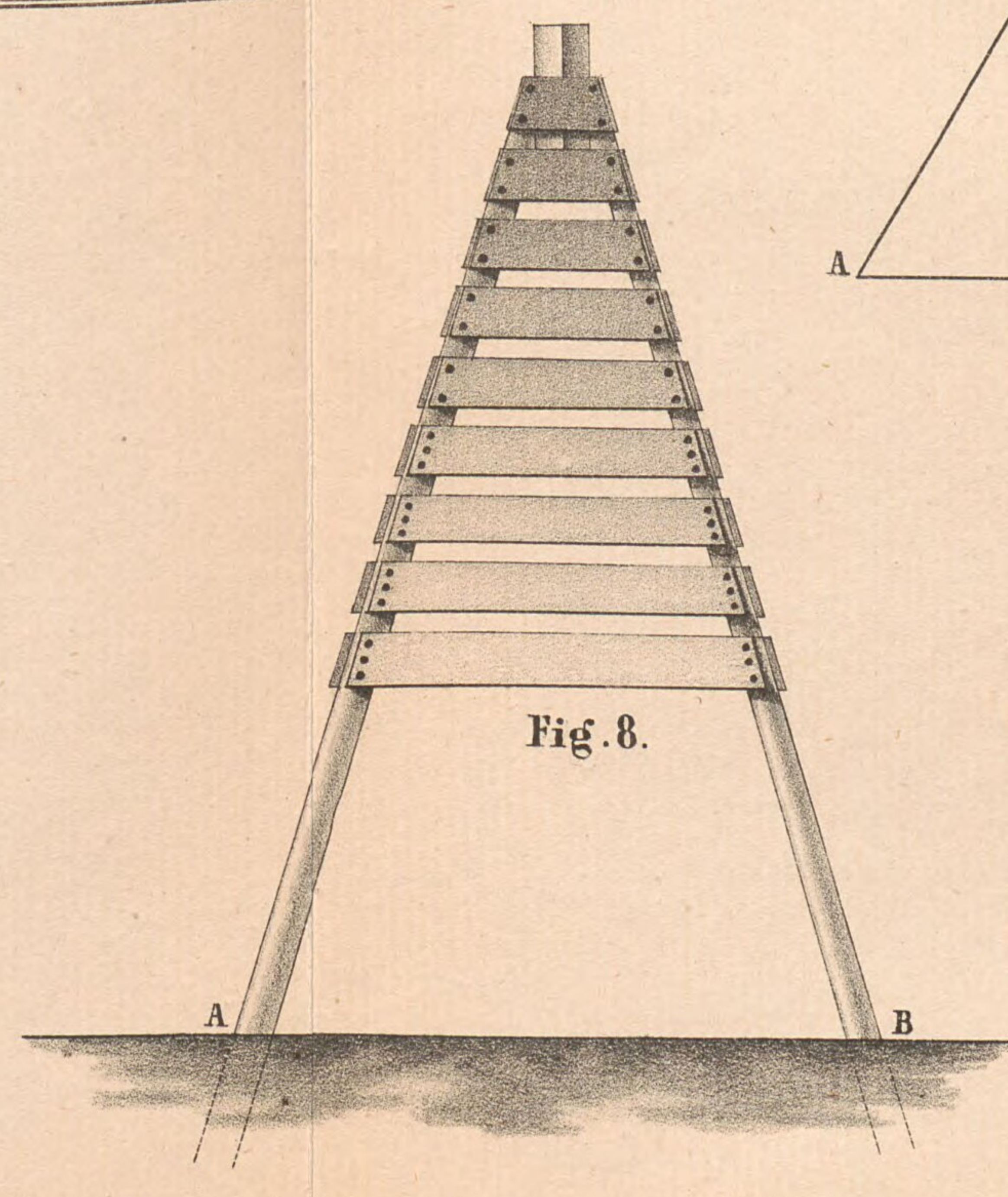
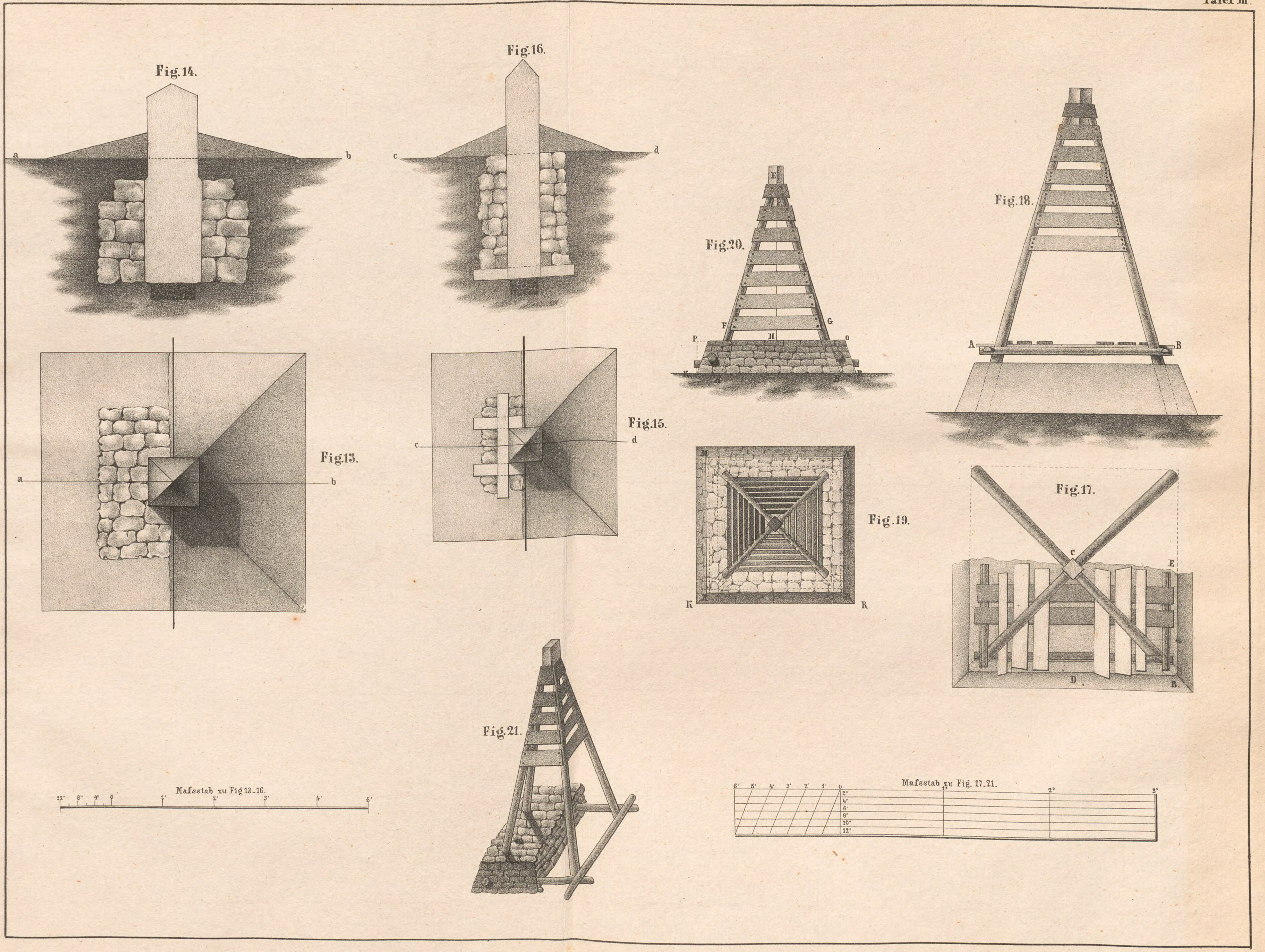


Fig. 8.




Fig.14.
a
b
Fig.16.
c
d
Fig.20.
E
F
G
H
P
O
K
A
B
R
Fig.18.
A
B
Fig.13.
a
b
Fig.15.
c
d
Fig.19.
M
K
R
Fig.17.
C
E
D
B.
Fig.21.
Mafsstab zu Fig 13-16.
Mafsstab zu Fig. 17-21.

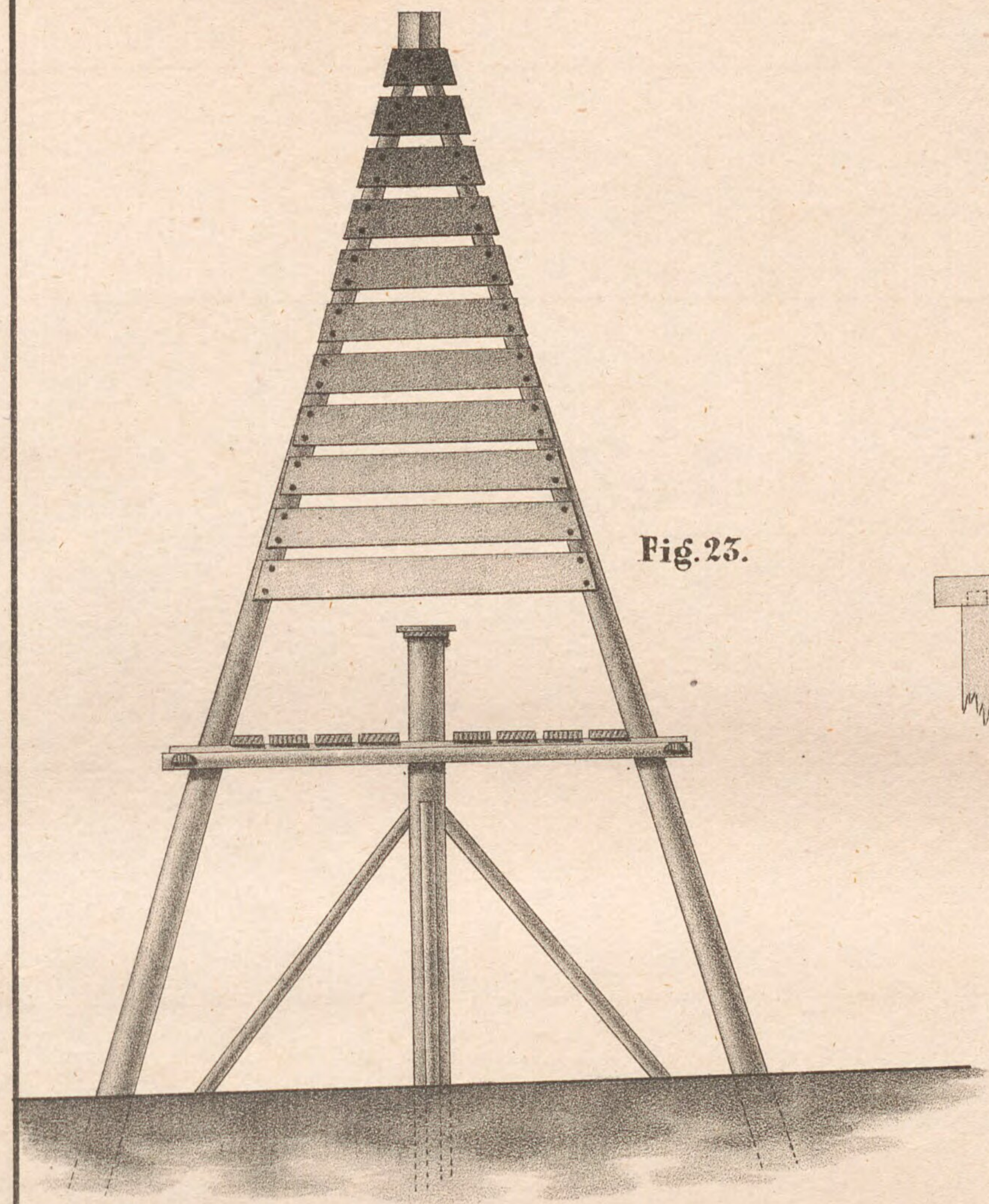
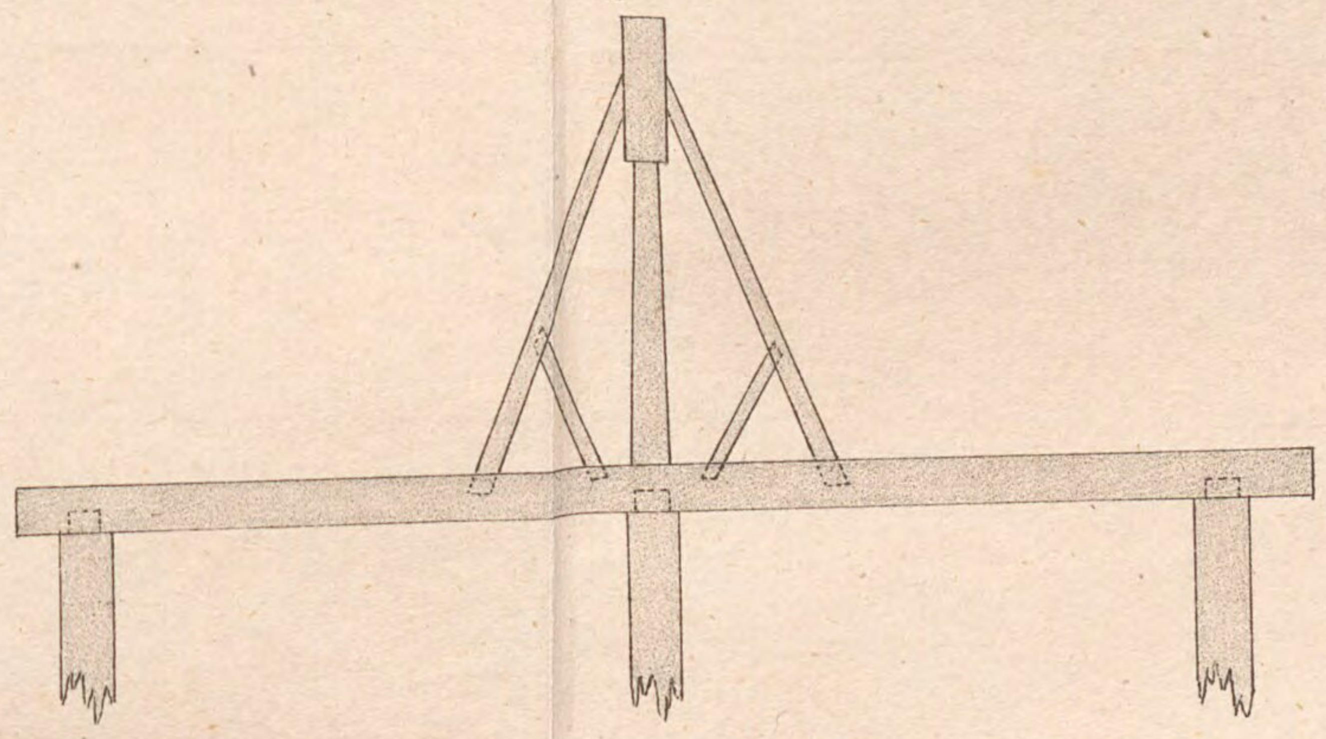


Fig. 23.

Fig. 26.



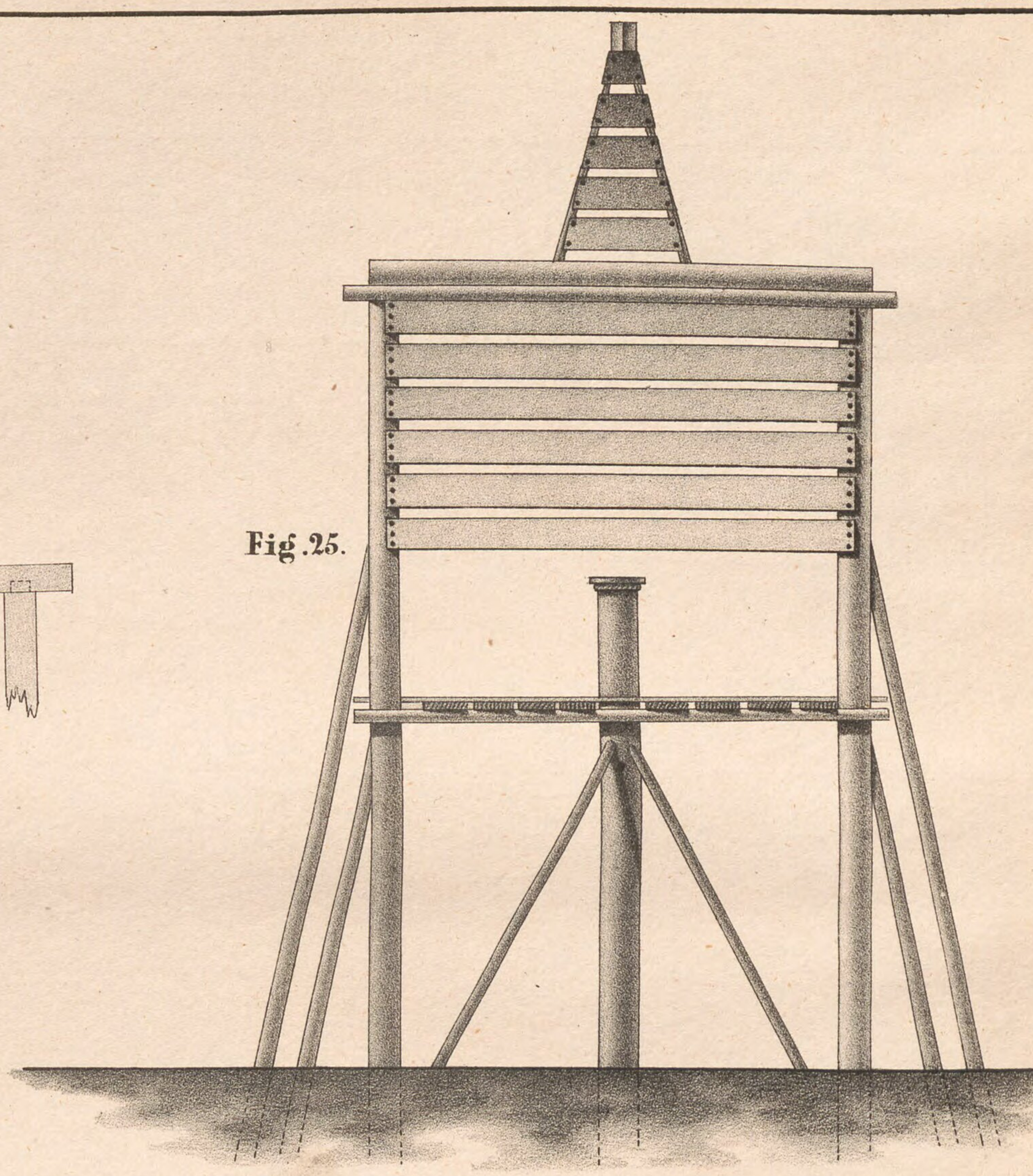


Fig. 25.

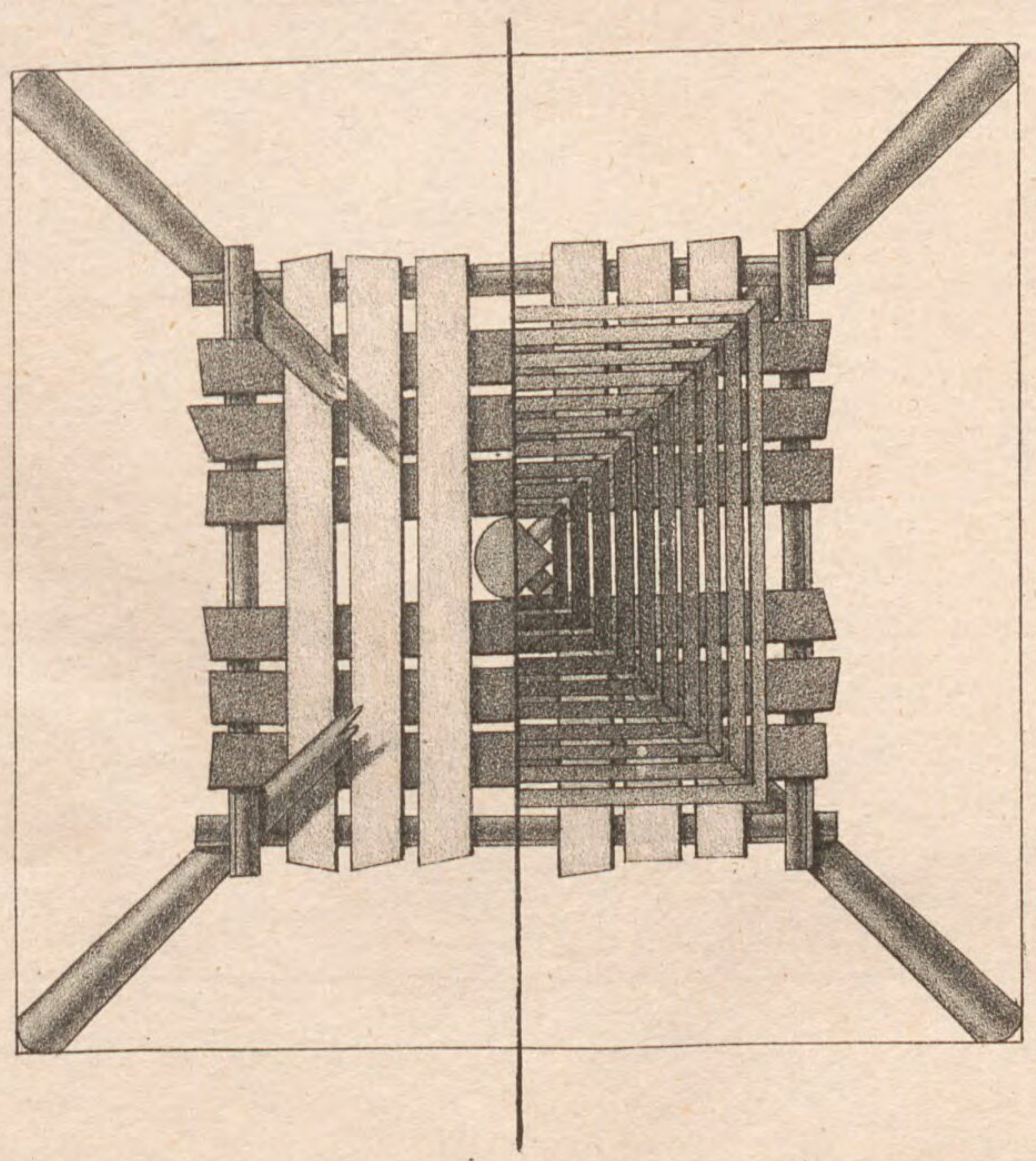


Fig. 22.

Maſsstab zu Fig. 22–26.



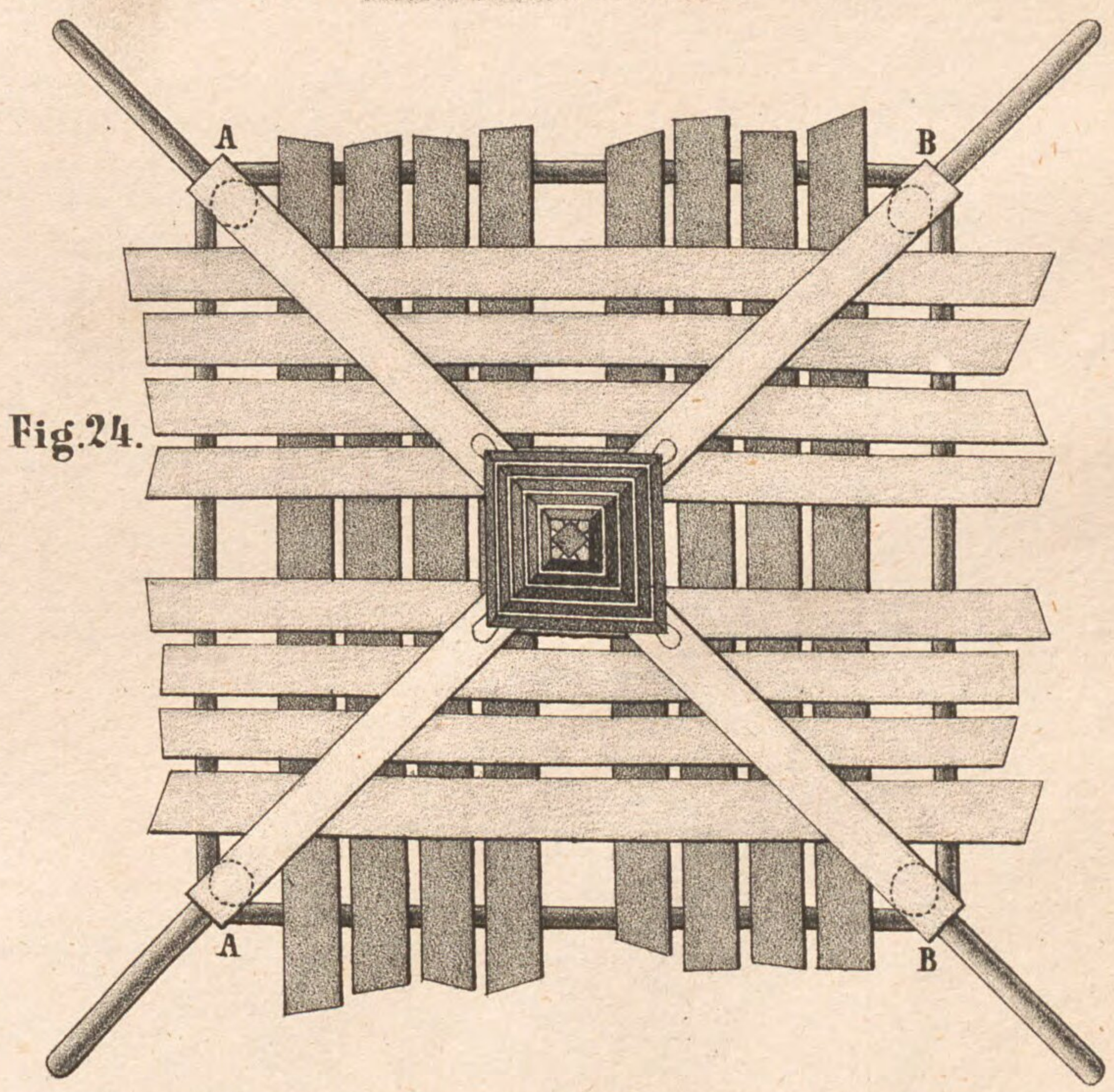


Fig. 24.

Mafsstab zu Fig. 27-34

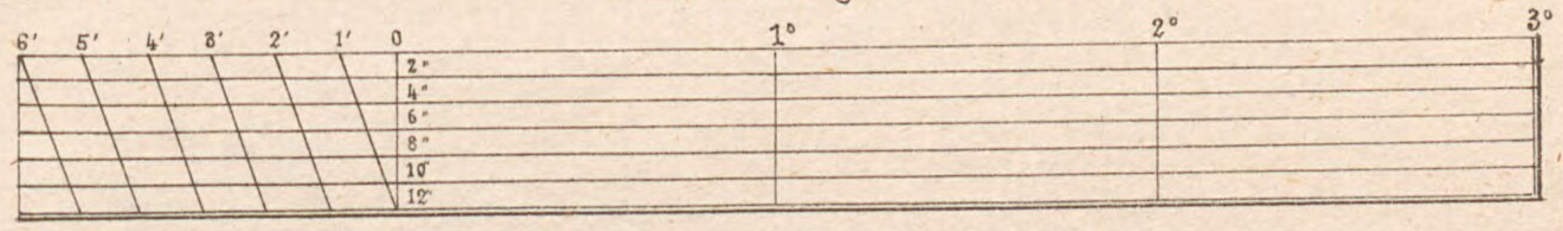


Fig. 27.

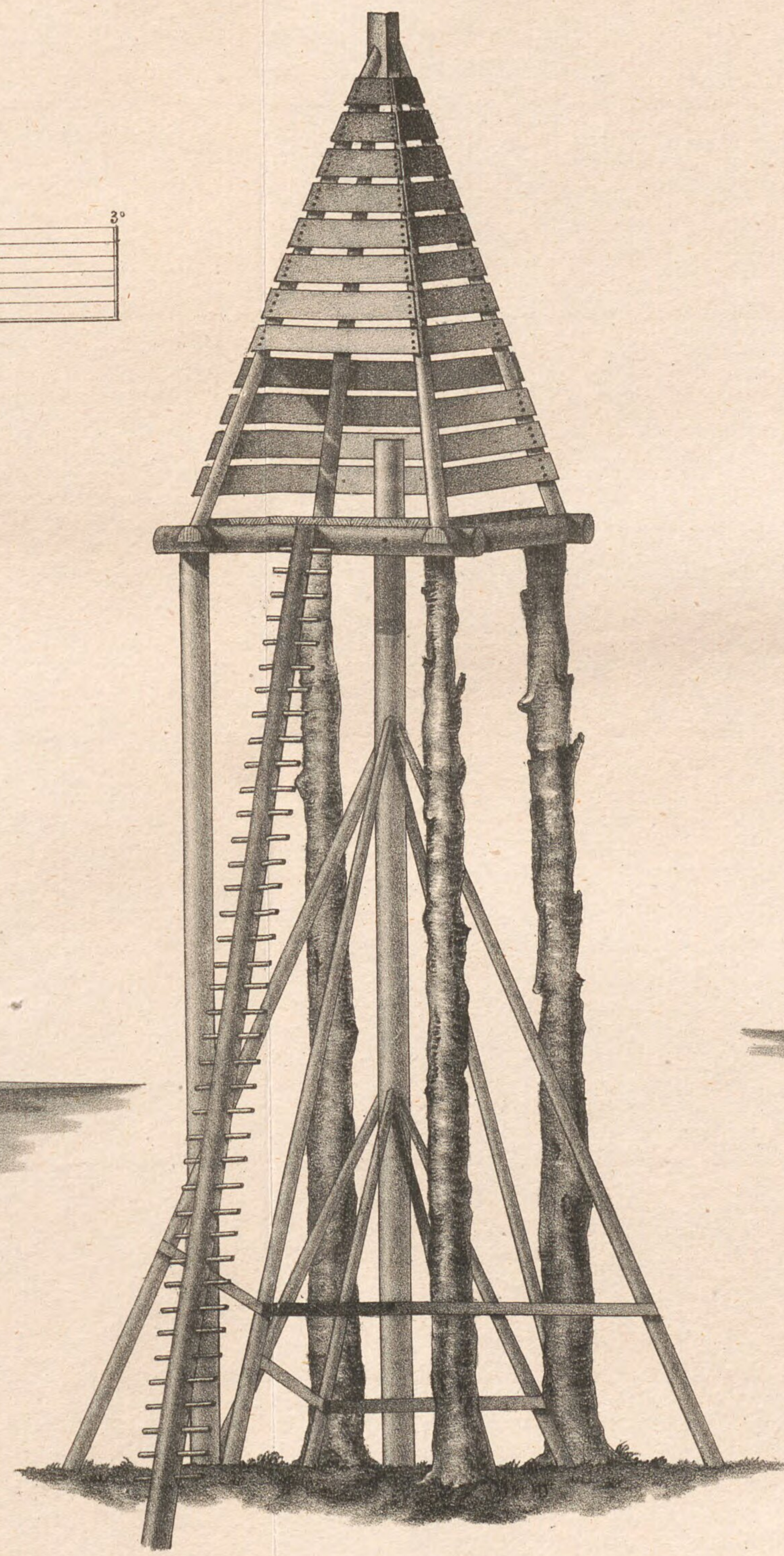


Fig. 32.

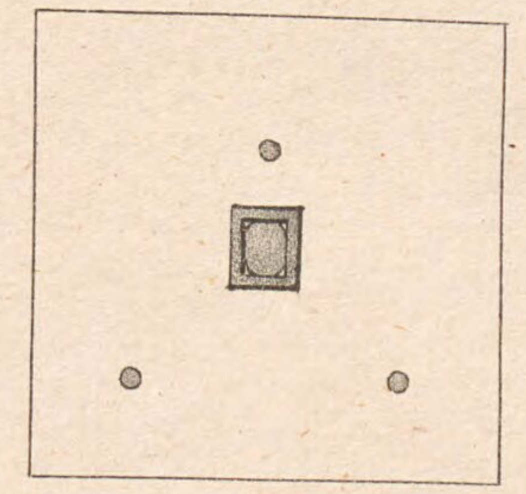




Fig. 29.



Fig. 31.

Fig. 33.

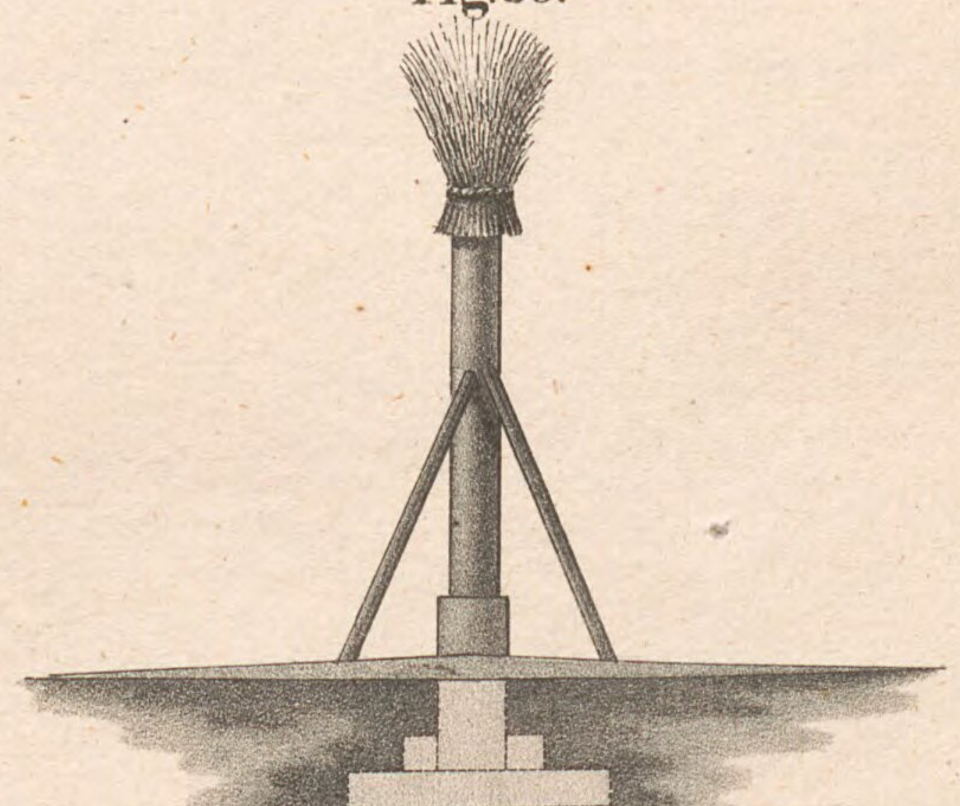
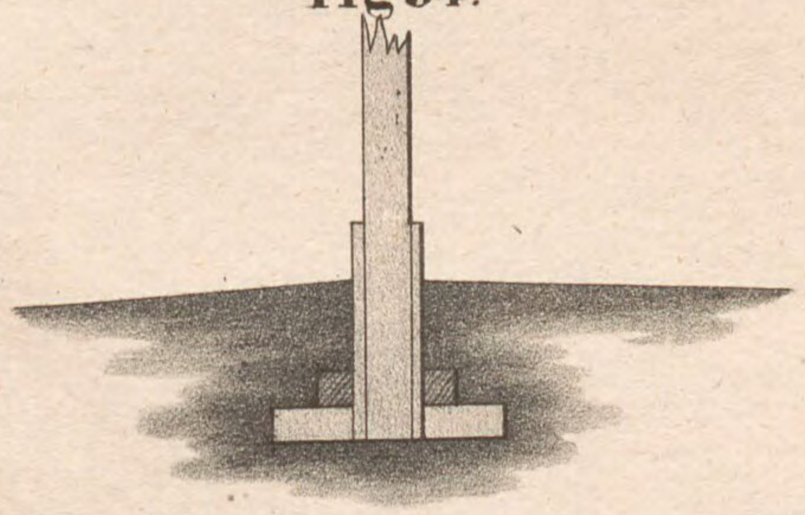


Fig. 34.



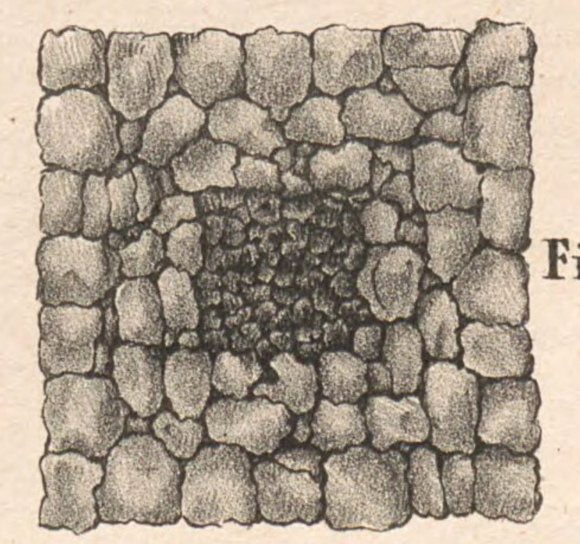


Fig. 28.

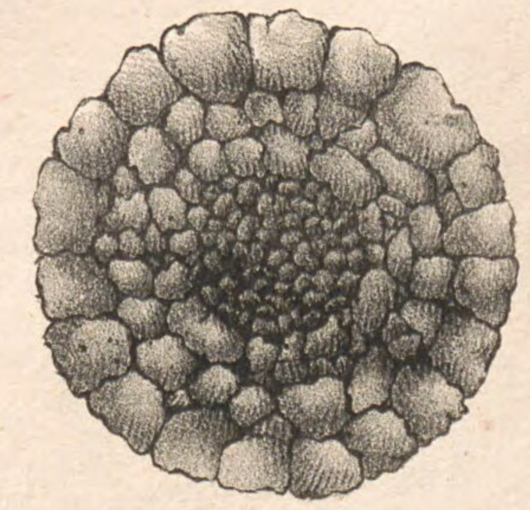
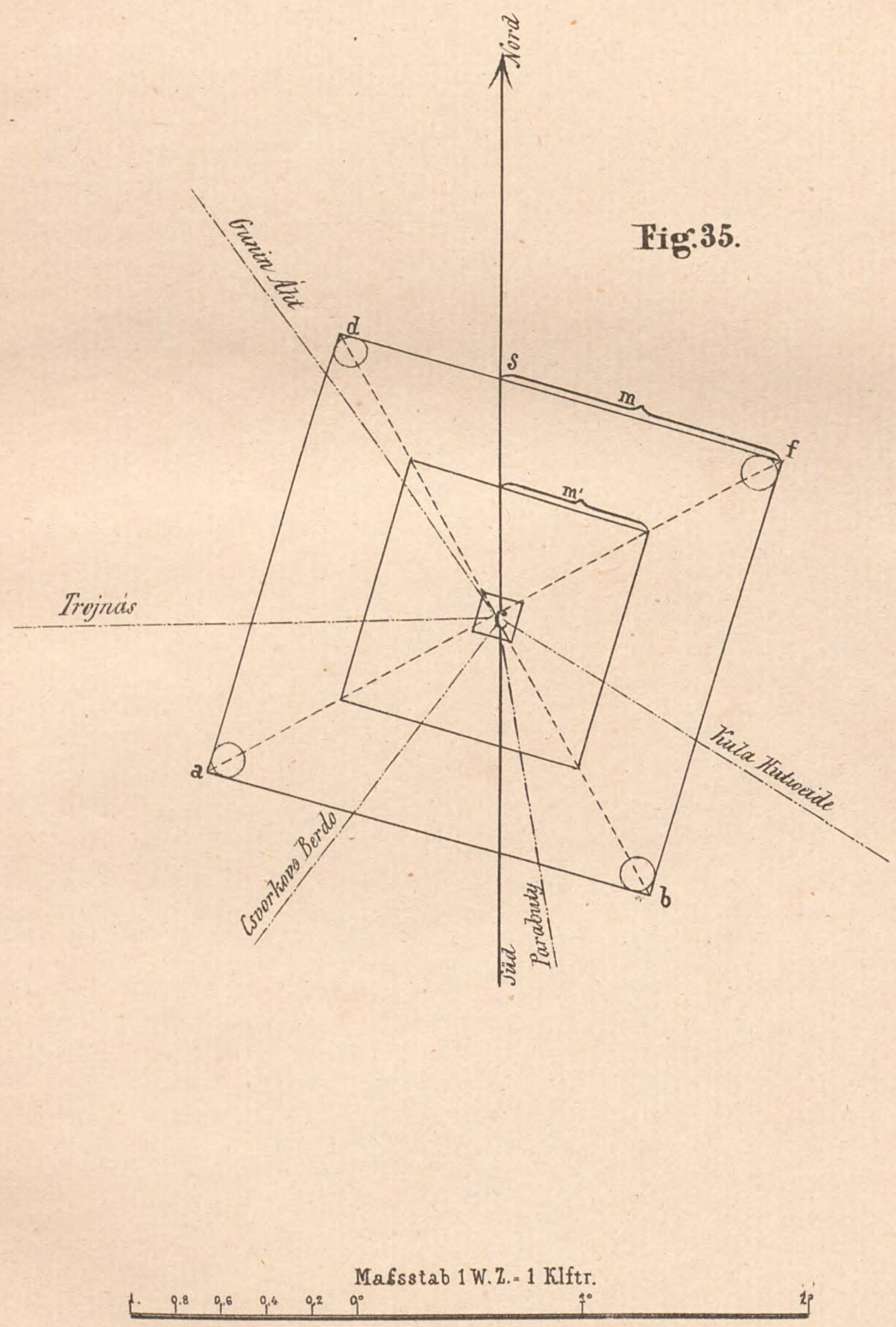


Fig. 30.

Grundriss

des Signals auf Puszta Kula.

Fig. 35.



Grundriss

des Standpunktes auf dem illyr. Kirchthurm des Dorfes Parabuty.

Fig. 36.

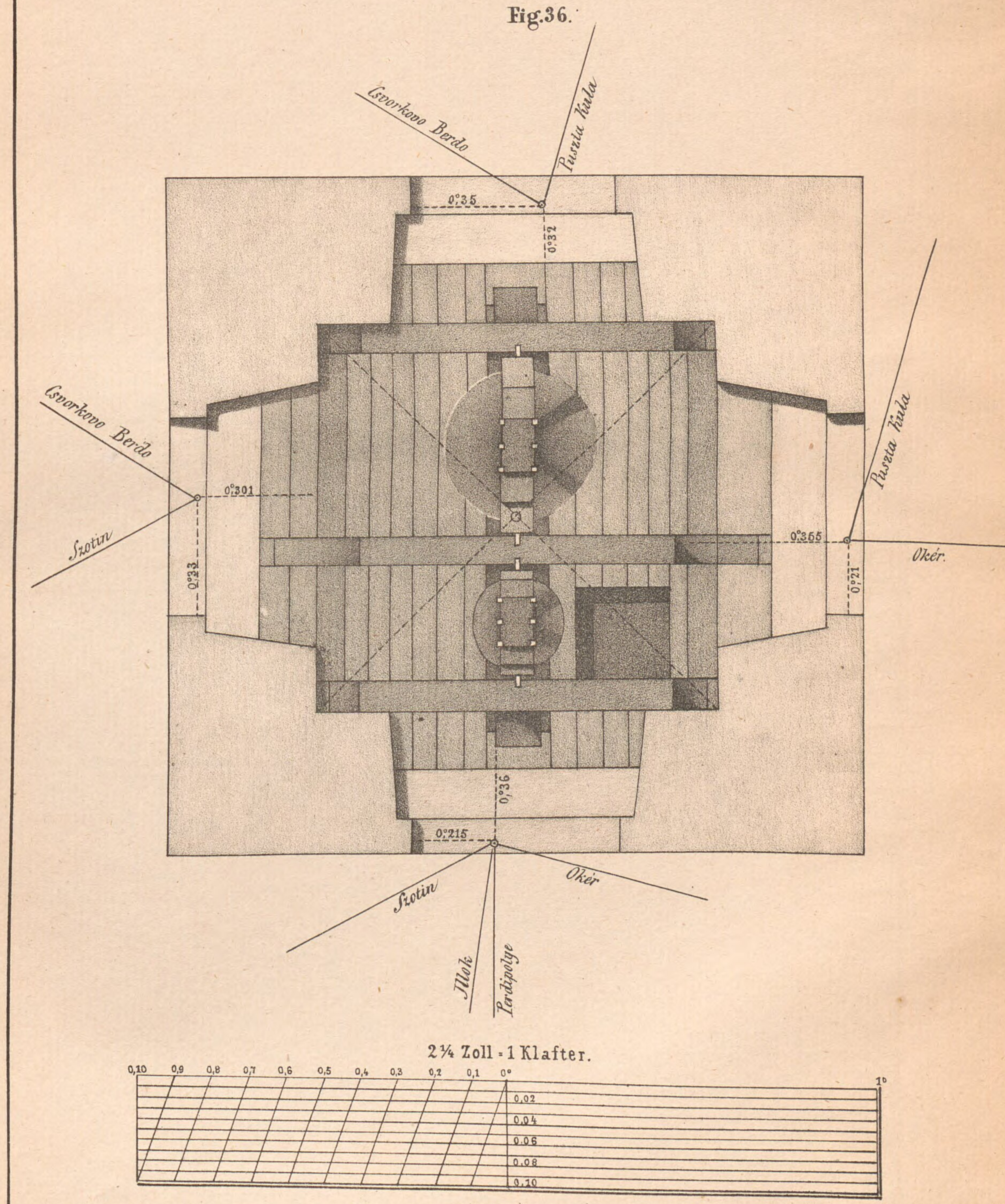
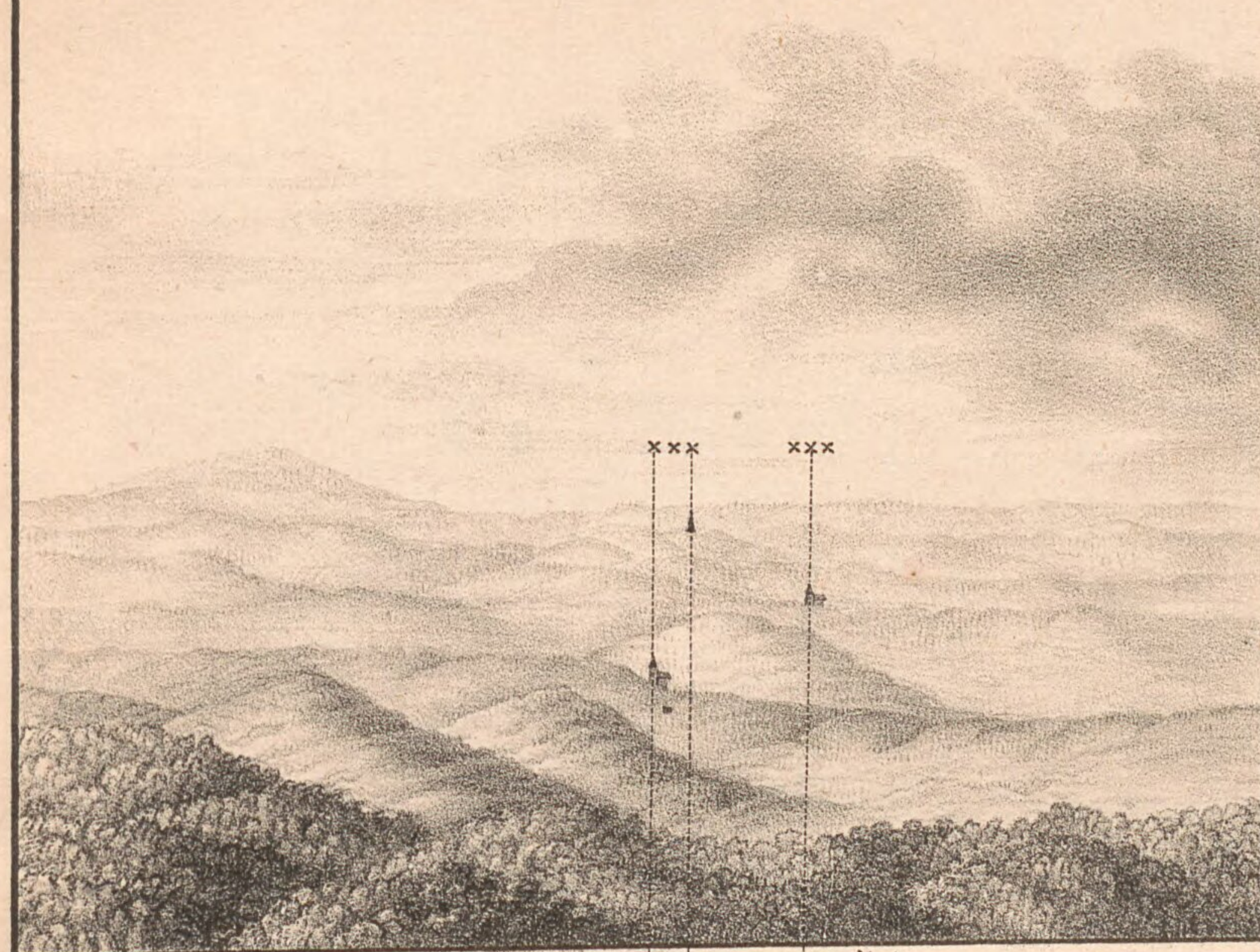


Fig. 38.

Ansicht

des Signals auf dem Csernyeder Berg von der Dreiecks-Station Zengövár.

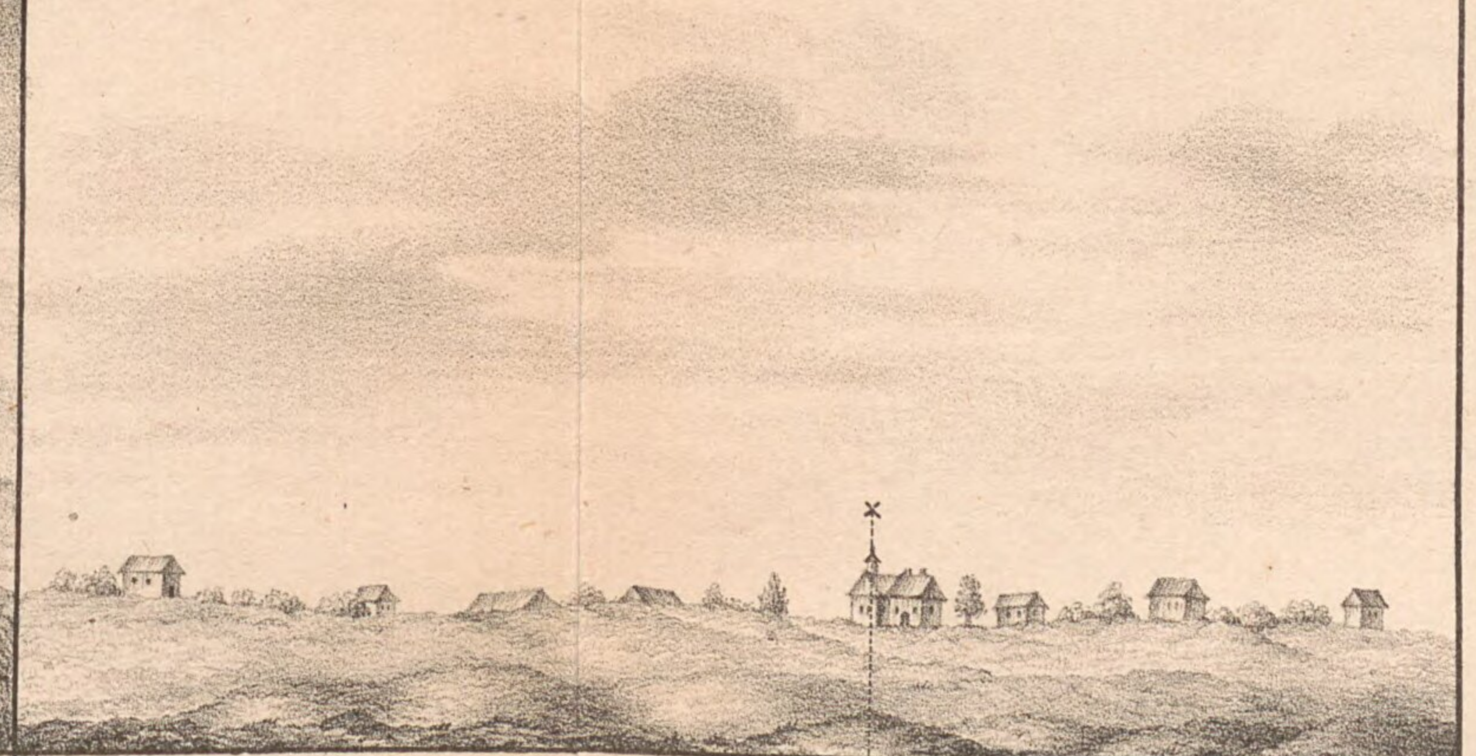


* Kirchthurm von Avár.
** Signal auf dem Csernyeder Berg.
*** Kirchthurm von Varaleja.

Fig. 39.

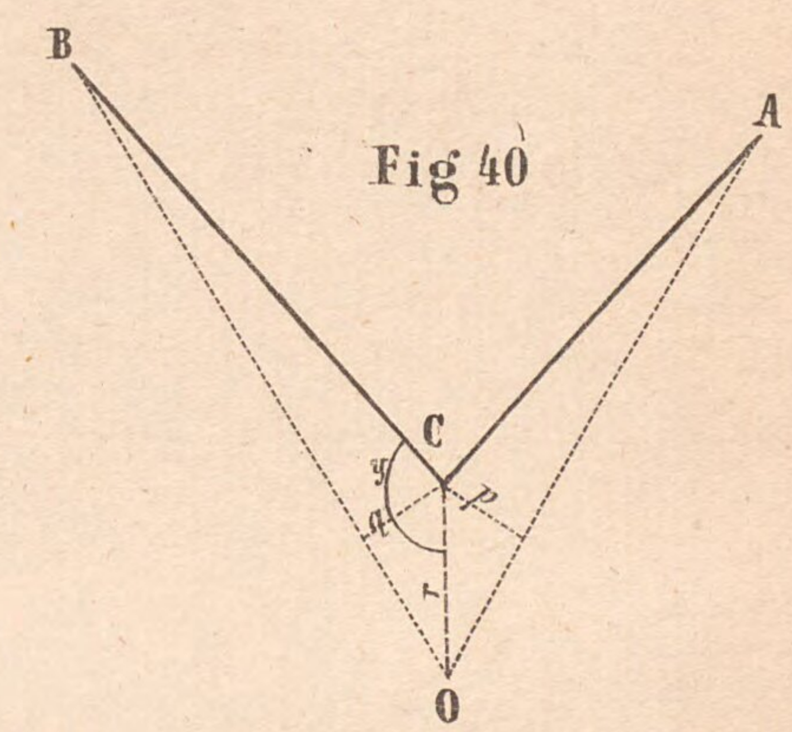
Ansicht

des Signals auf Puszta Kula von der Dreiecks-Station Gunin Áht.



* Signal bei Puszta Kula

Fig 40



Punkte

für die, zur sichern Auffindung des Mittelpunktes gemessenen Richtungs-Winkel

a *nordöstliches Eck des Bollenberger'schen Wirthshauses.*
b *Kirchthurm Spitze von Új Szivacs*
c *Spitze des Giebels der Pferdemühle bei der Bollenberger'schen Szállás.*

Gemessene Richtungswinkel

Zwischen a_b	108° 52″ 57′
„ a *Parabutj I.V Kirchth.*	90° 3″ 18′
„ a *Gunin Áht*	65° 0″ 45′
„ *Gunin Áht* _ c	58° 37″ 52′
„ c _ b	127° 28″ 26′

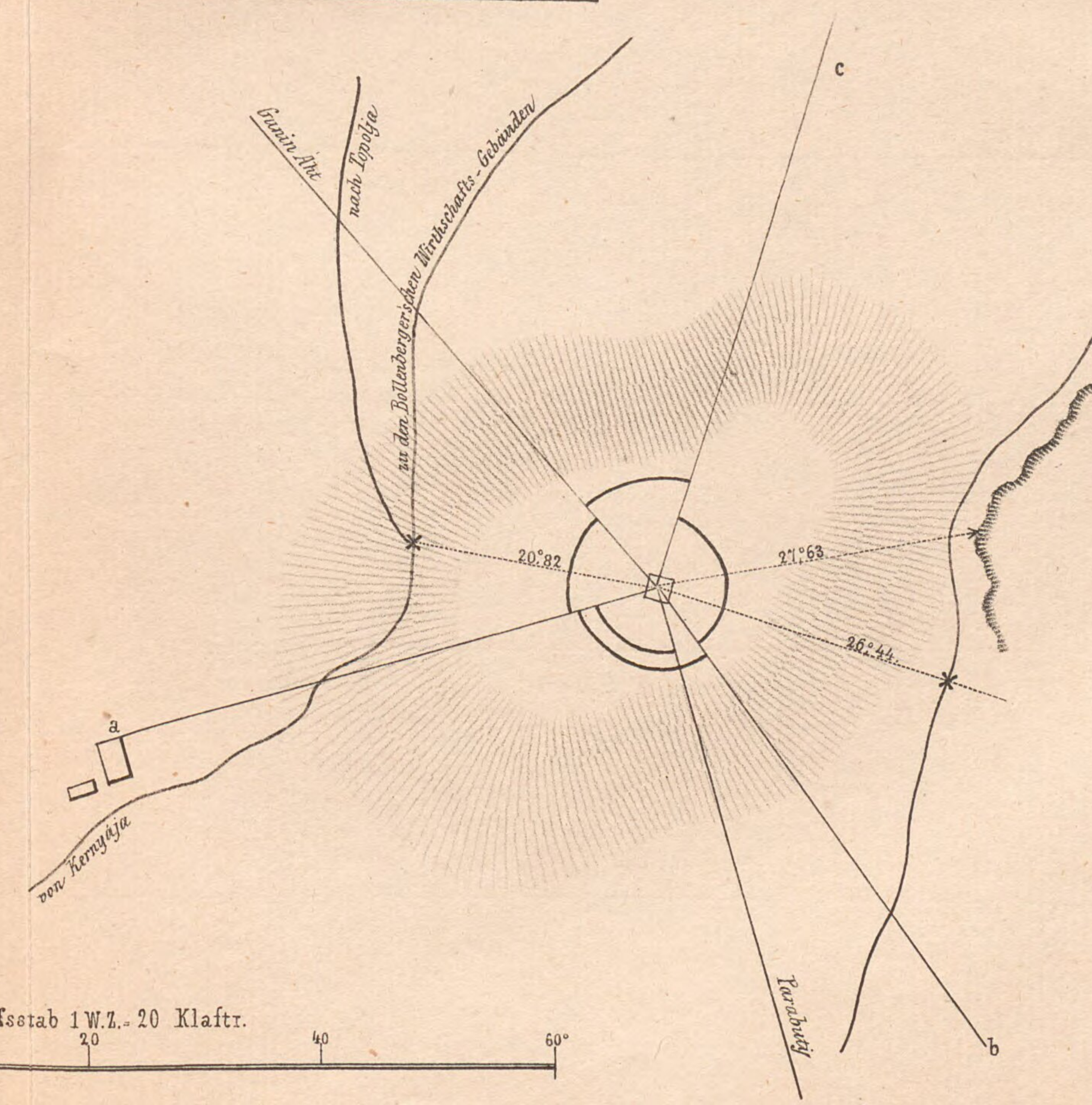


Fig. 37.

Croquis

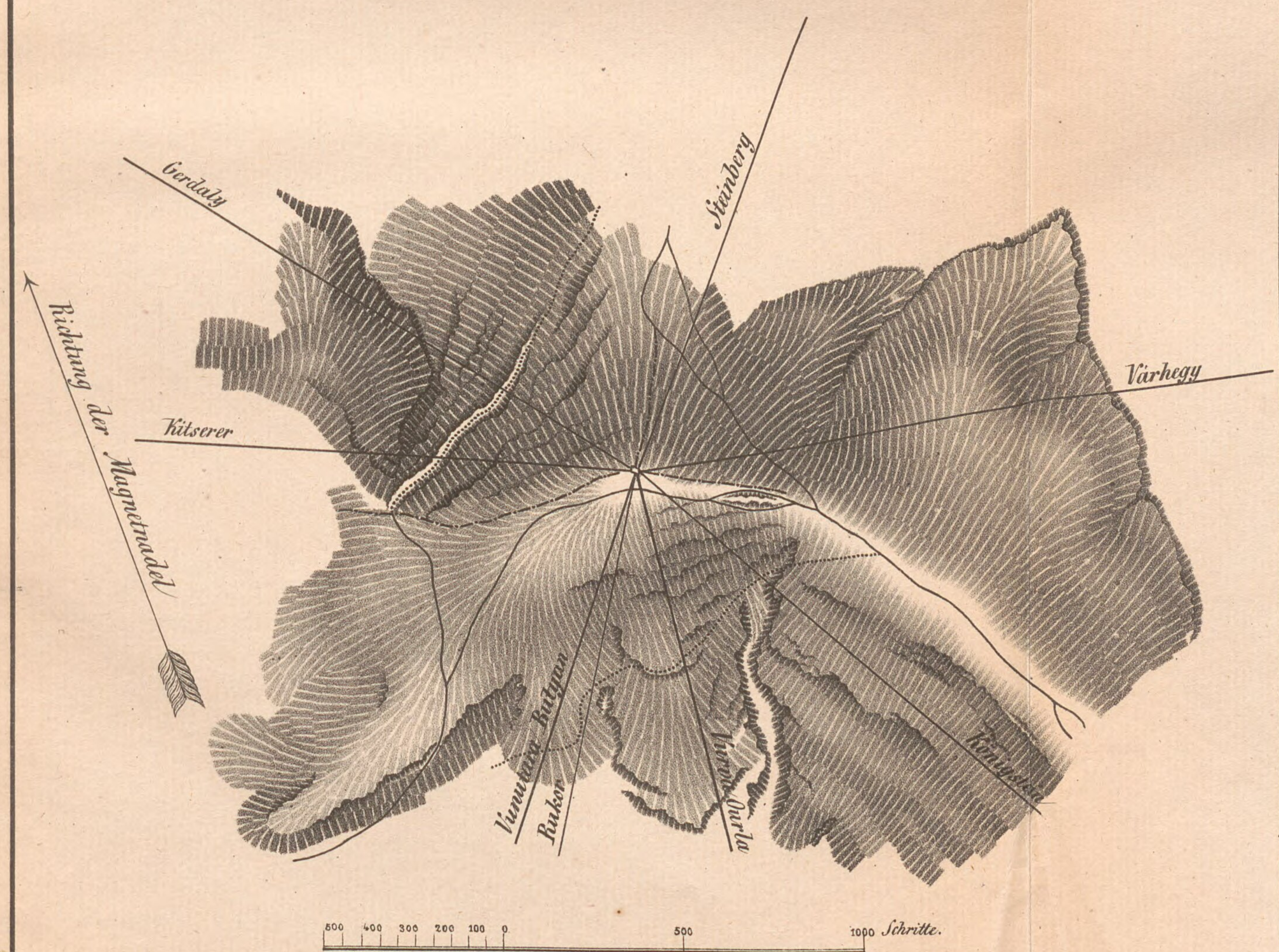
des Standpunktes Puszta Kula

Mafsstab 1 W.Z. = 20 Klaftr.

à la vue Aufnahme der nächsten Umgebung des trig: Punktes

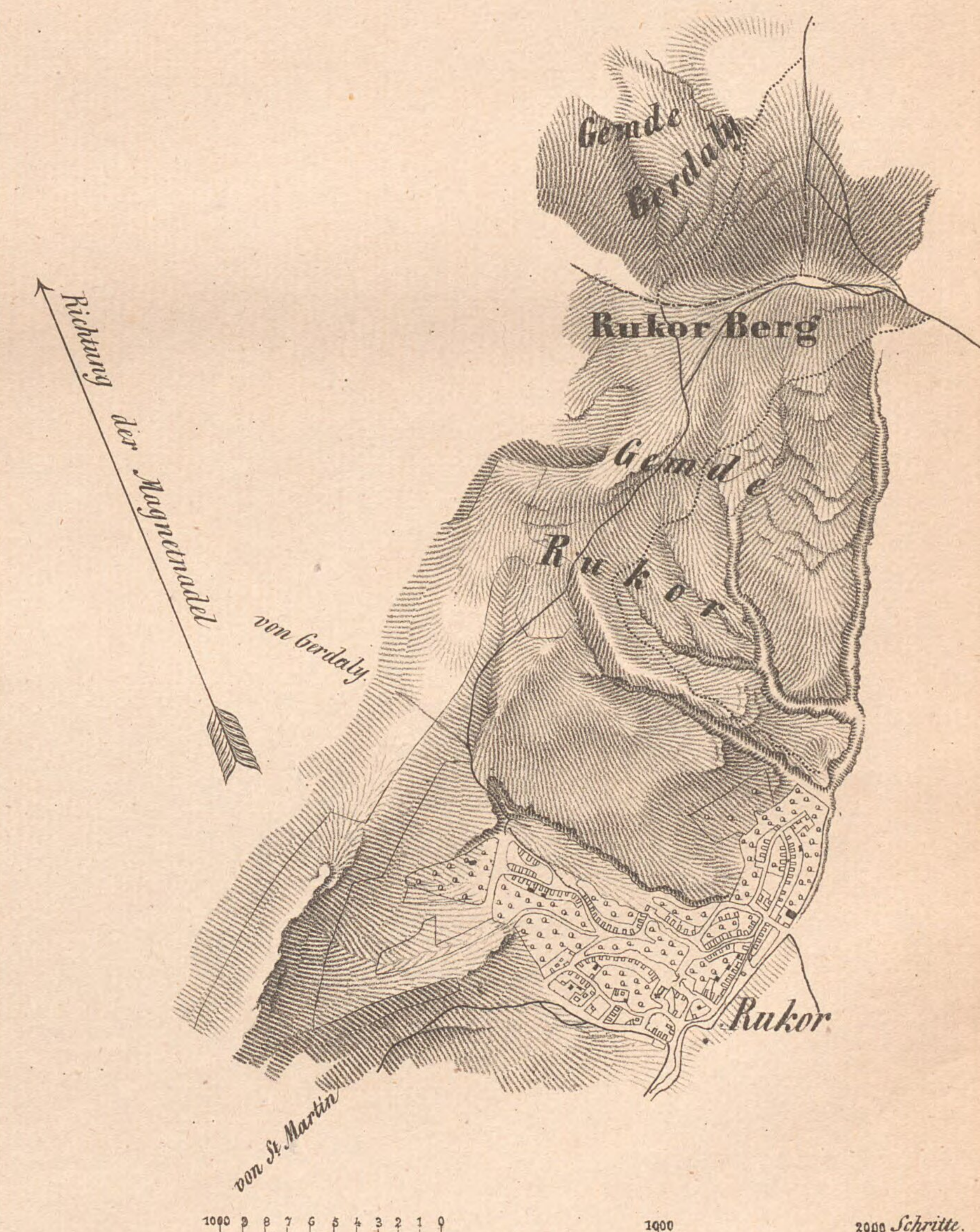
Rukor Berg.





à la vue Aufnahme des Weges von Rukor nach dem trig. Punkte

Rukor Berg.

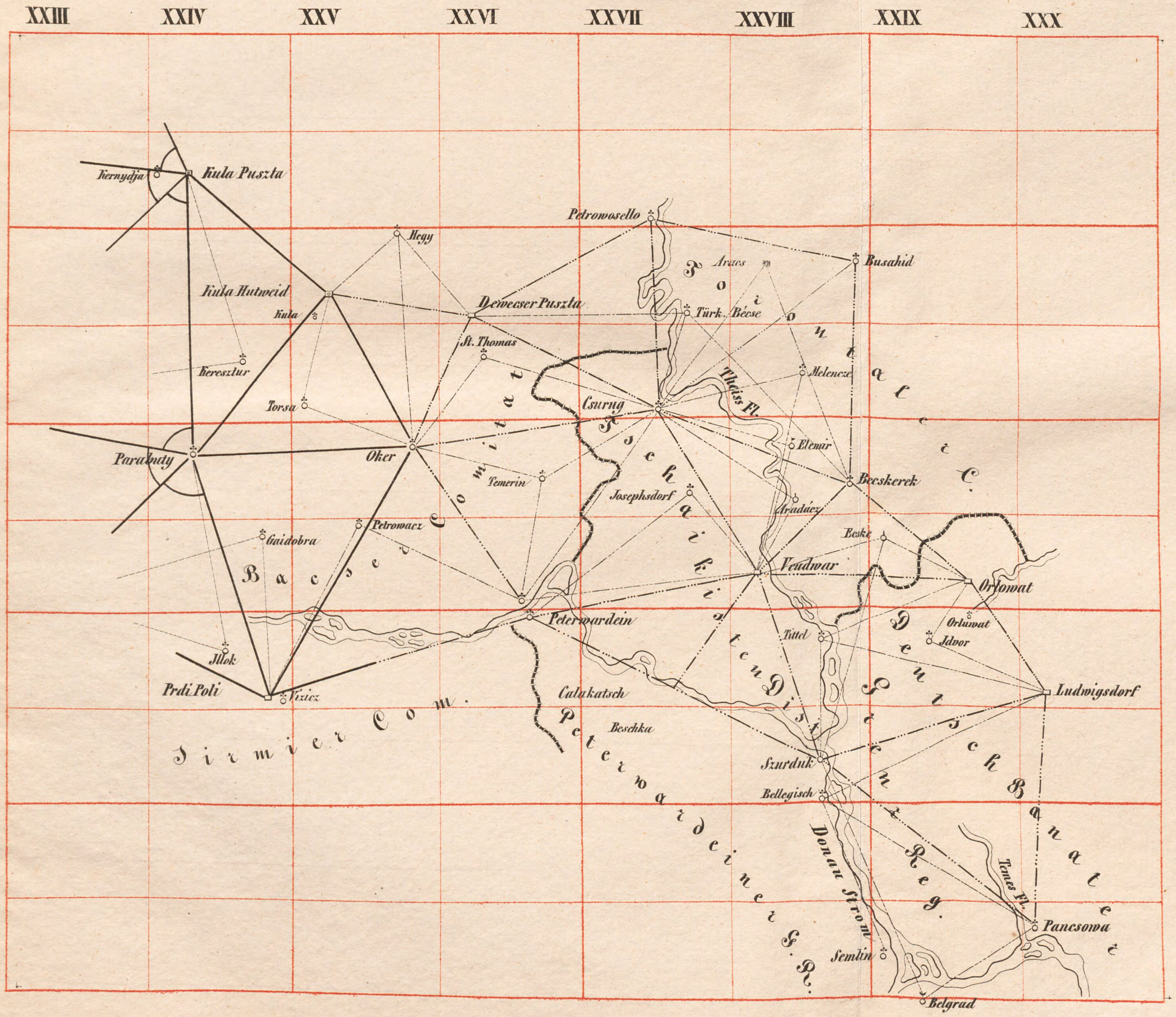


K. K. Militair Triangulirung. Abtheilung in Unter Ungarn

Oberlieutenant N. N.

Skelett

zu dem Arbeits-Rapport vom 1. Mai bis 15. Juni 18



Zeichen-Erklärung

Projectirte Dreiecks-Station

Gebaute Signale: Gewöhnliche Pyramiden aus Holz

Gerüst Pyramiden

Steinerne Pyramiden

Signalstangen

Natürliche Signale: Kirchthürme

Schlösser

Säulen, Monumente, Kapellen

Hergerichtete natürliche Signale

Gemessene Hauptdreiecke

" " Nebendreiecke

Projectirte oder nicht gemessene Hauptdreiecke

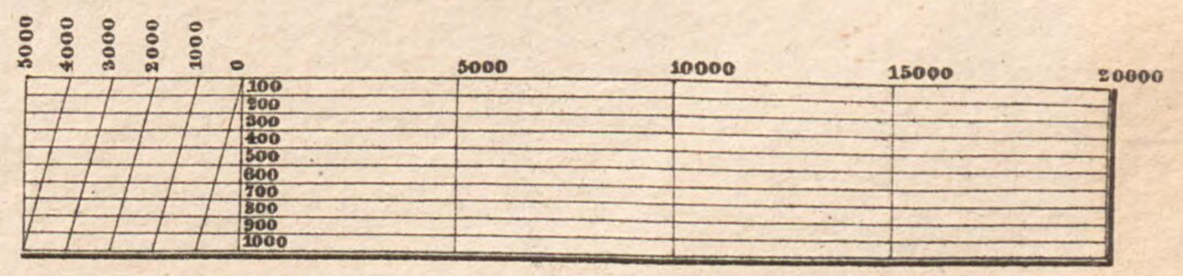
" " " " " " Nebendreiecke

Beobachtete Winkel (wenn selbe besonders angezeigt werden)

Militair Mappirungs-Sectionen

Grafische Triangulirungs-Blätter

1" = 8000°



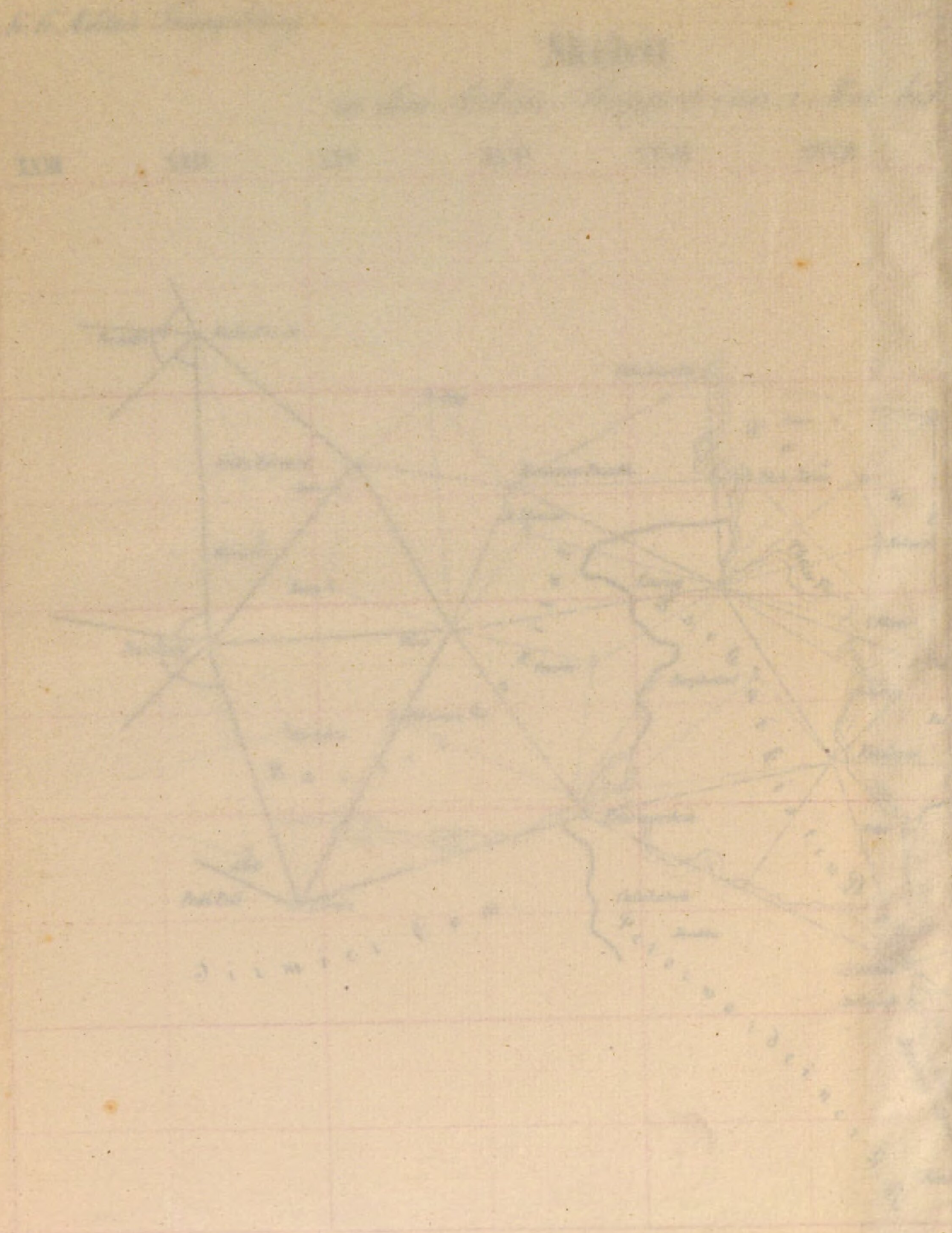


Fig. 1.

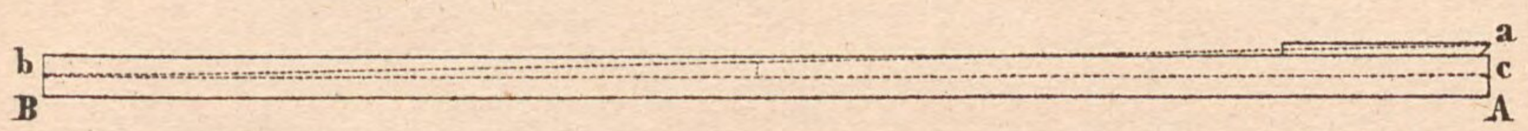


Fig. 2.

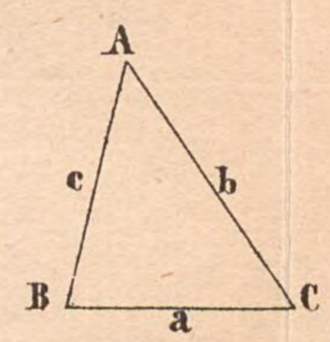


Fig. 3.

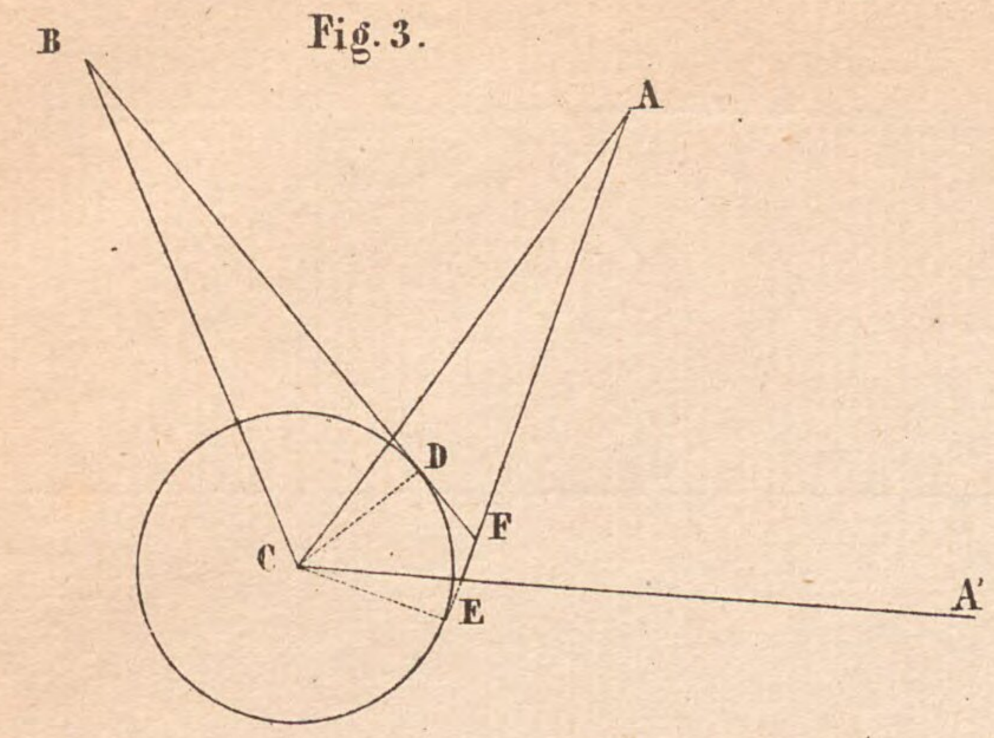


Fig. 4.

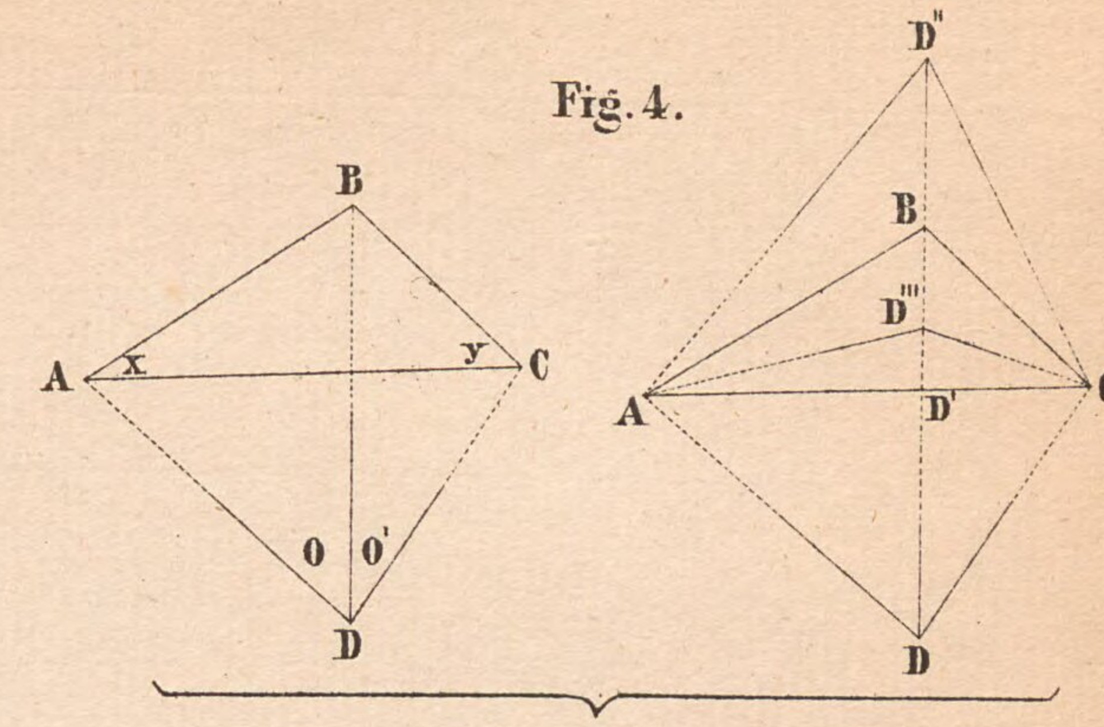


Fig. 5.

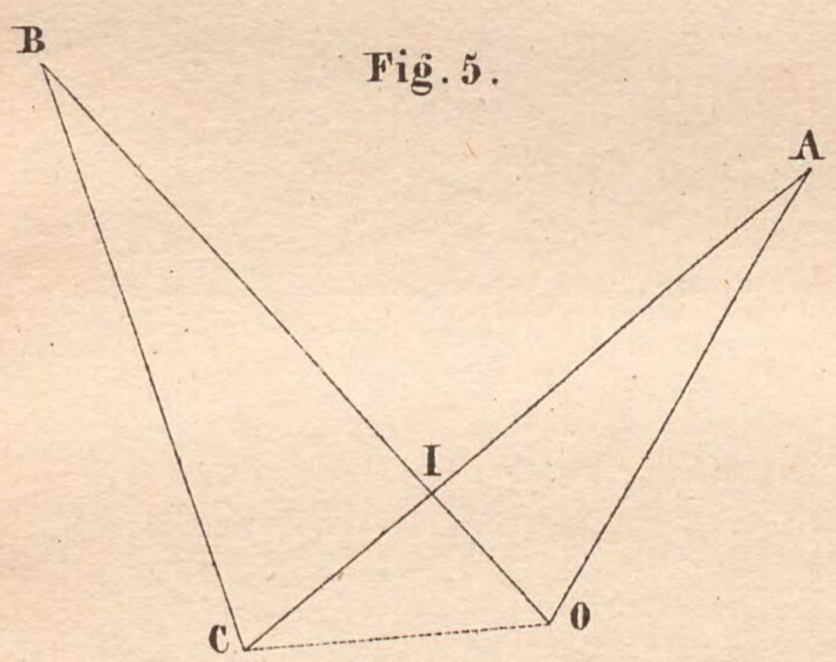


Fig. 6.

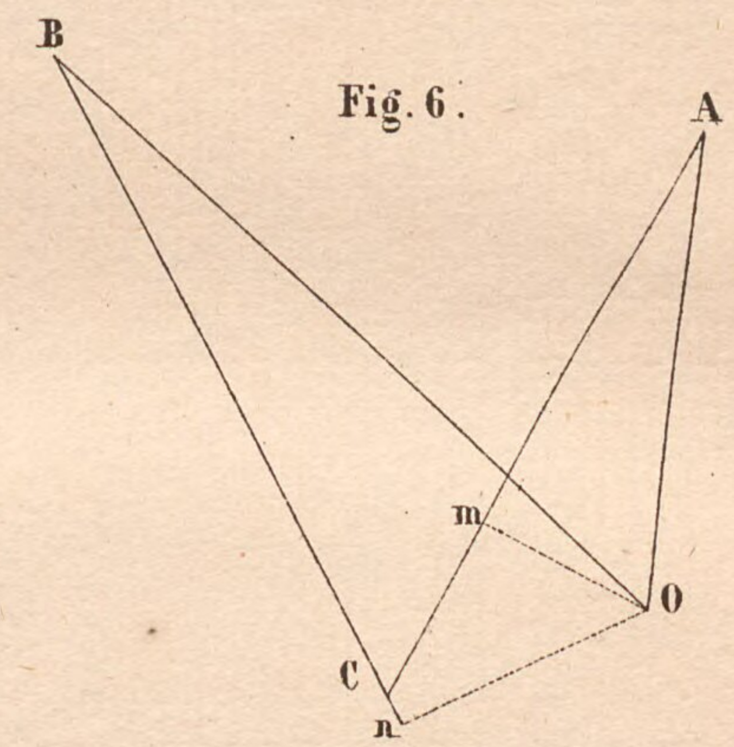


Fig. 8.

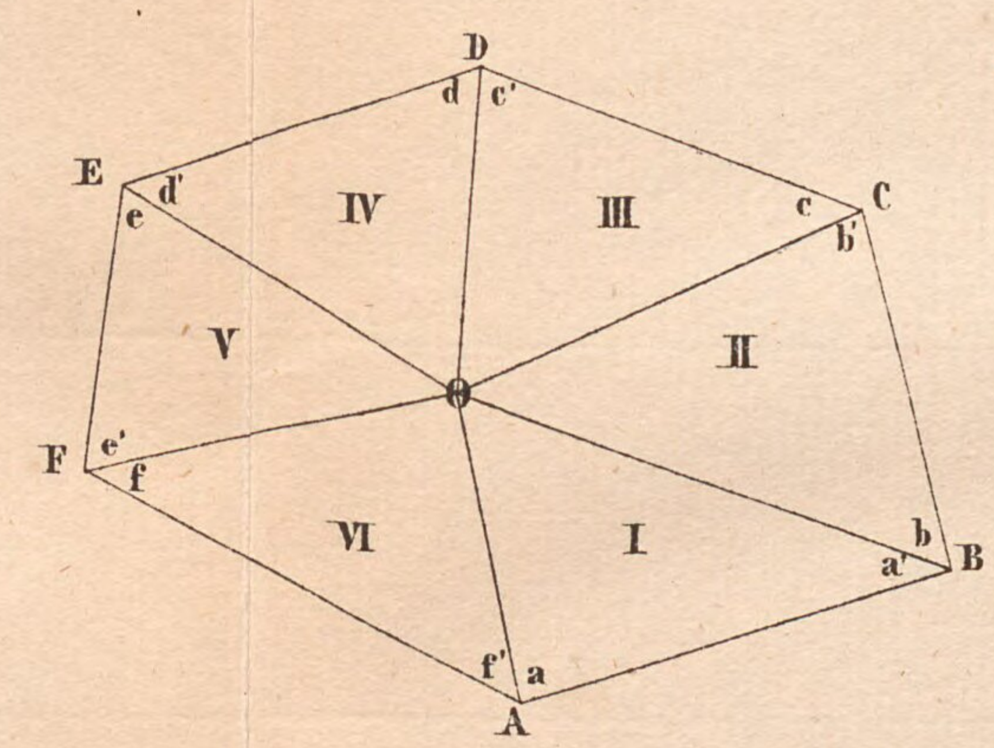


Fig. 9.

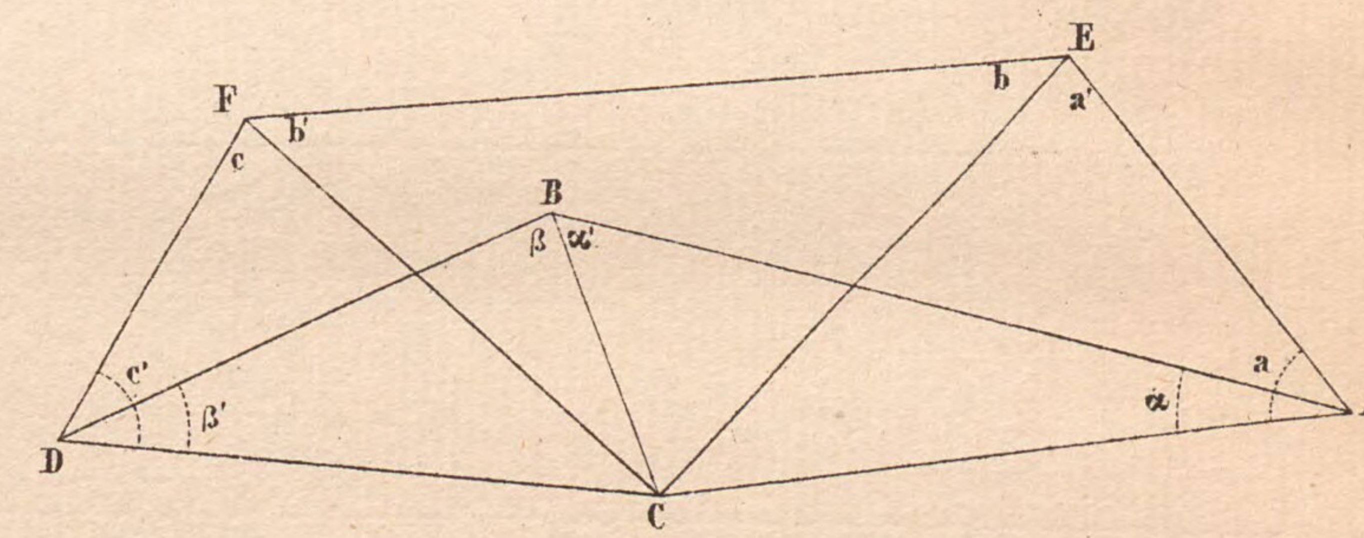


Fig. 7.

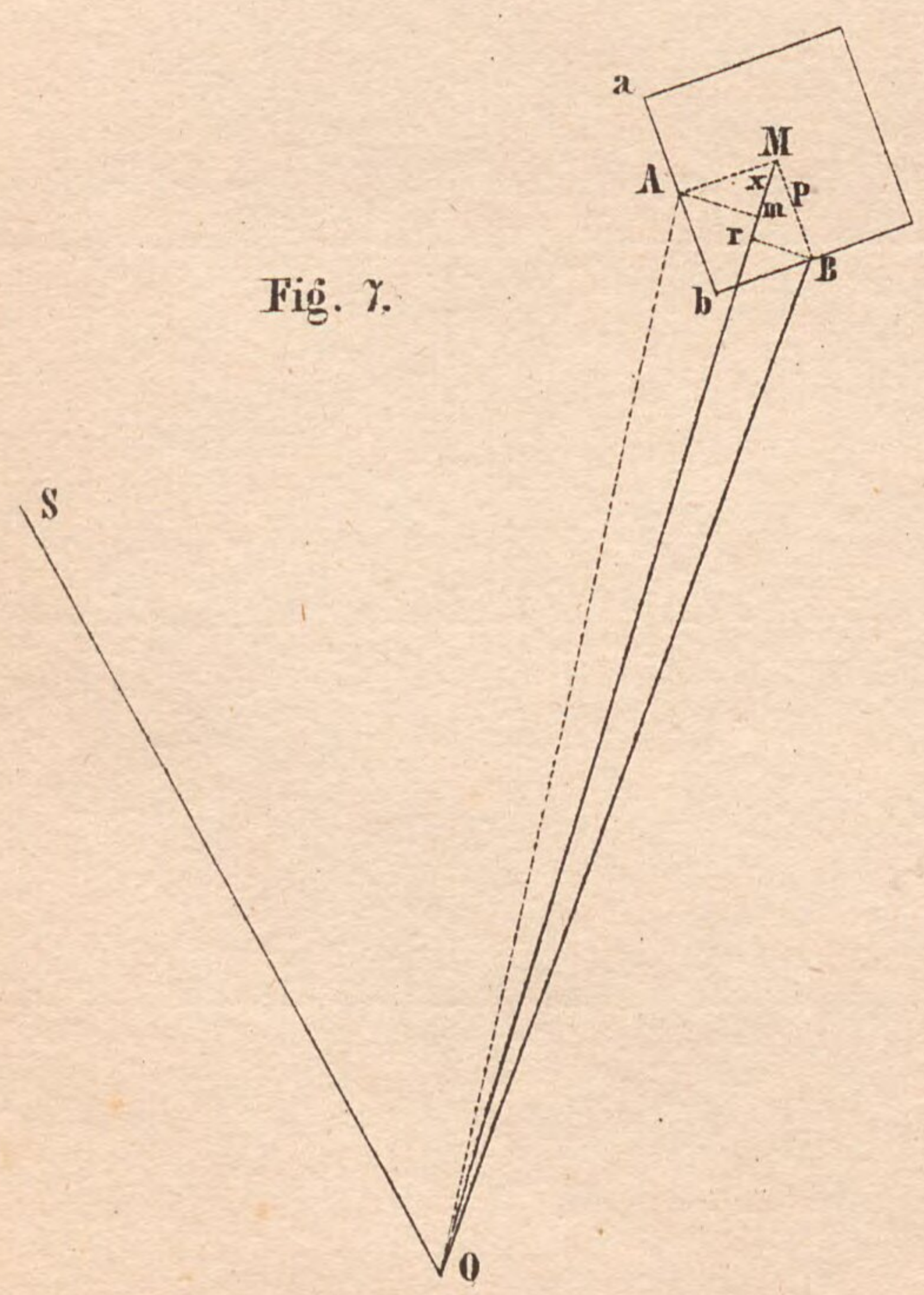


Fig. 10.

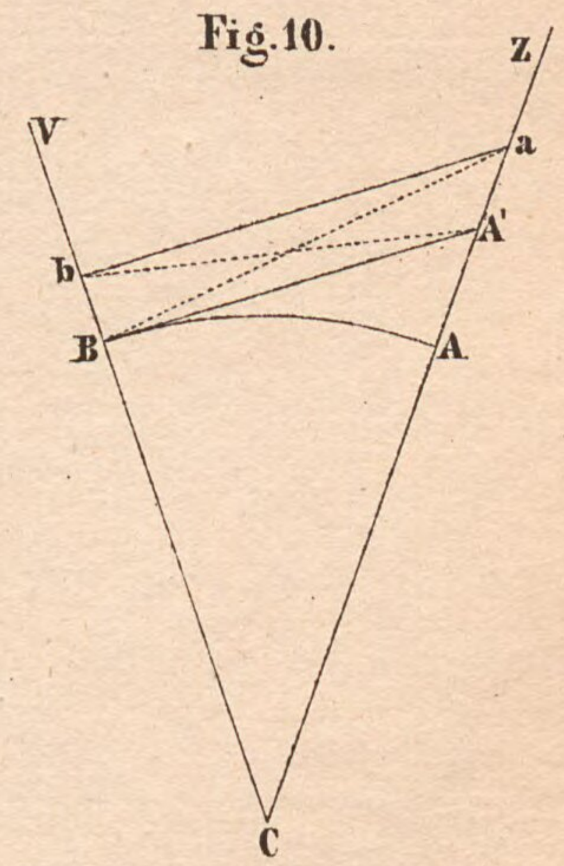


Fig. 11.

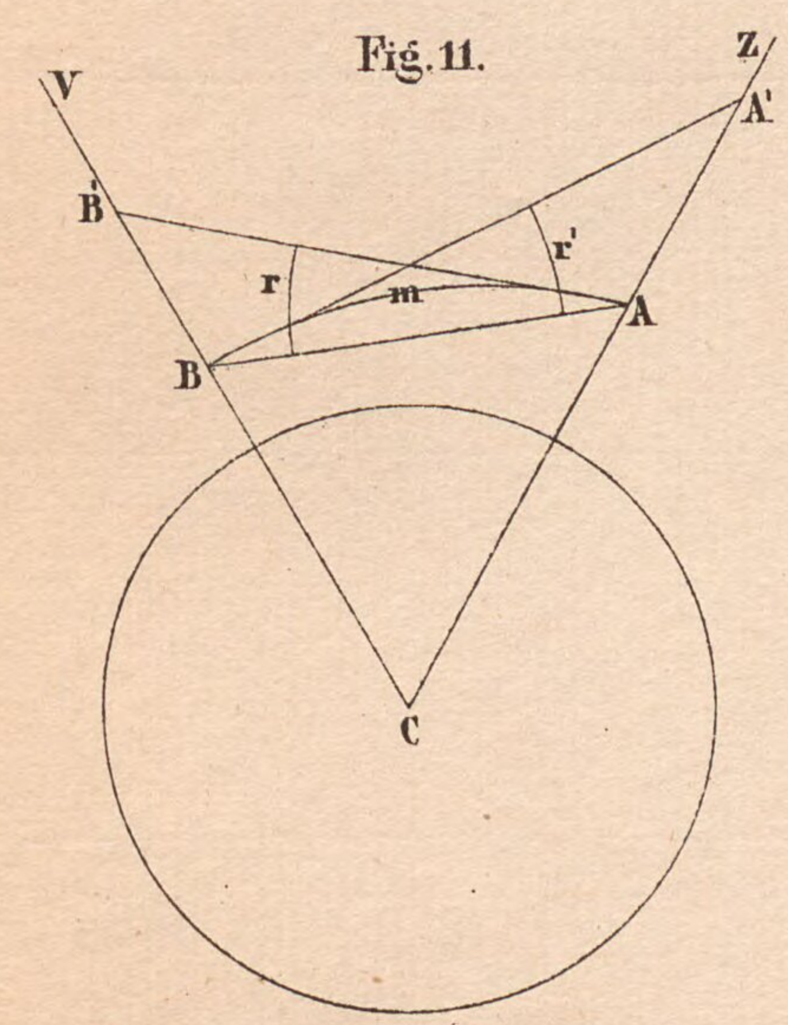


Fig. 12.

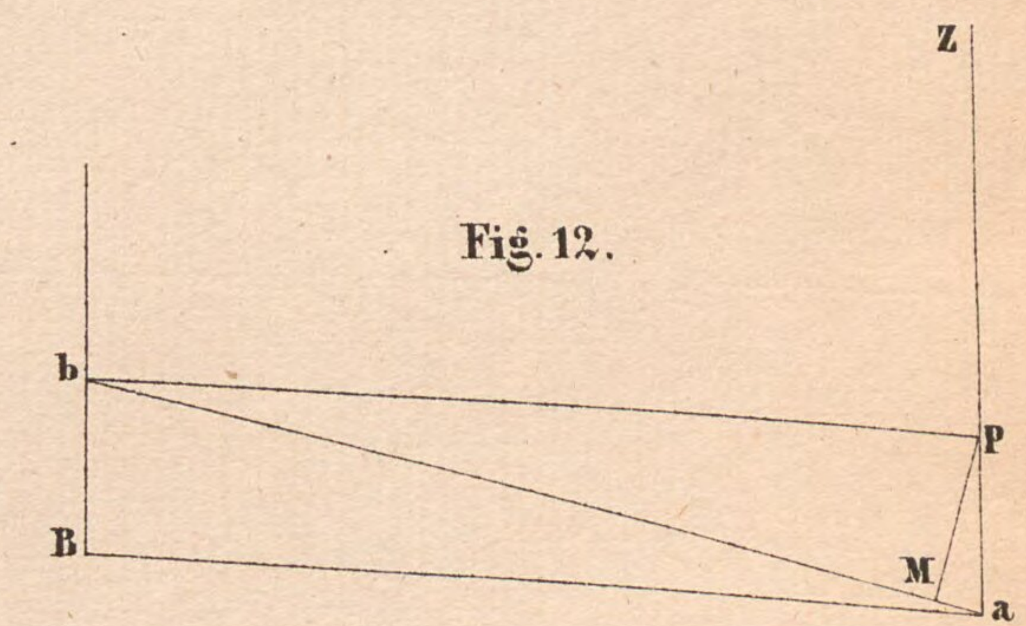


Fig. 13.

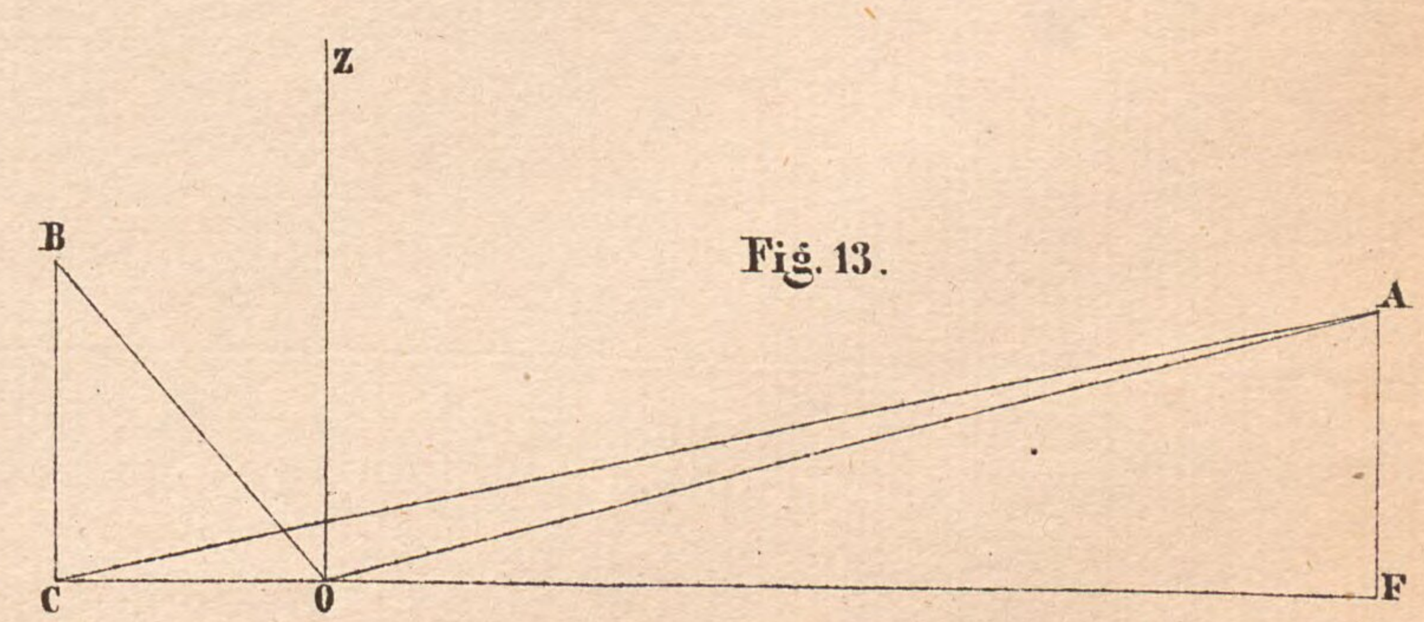


Fig. 14.

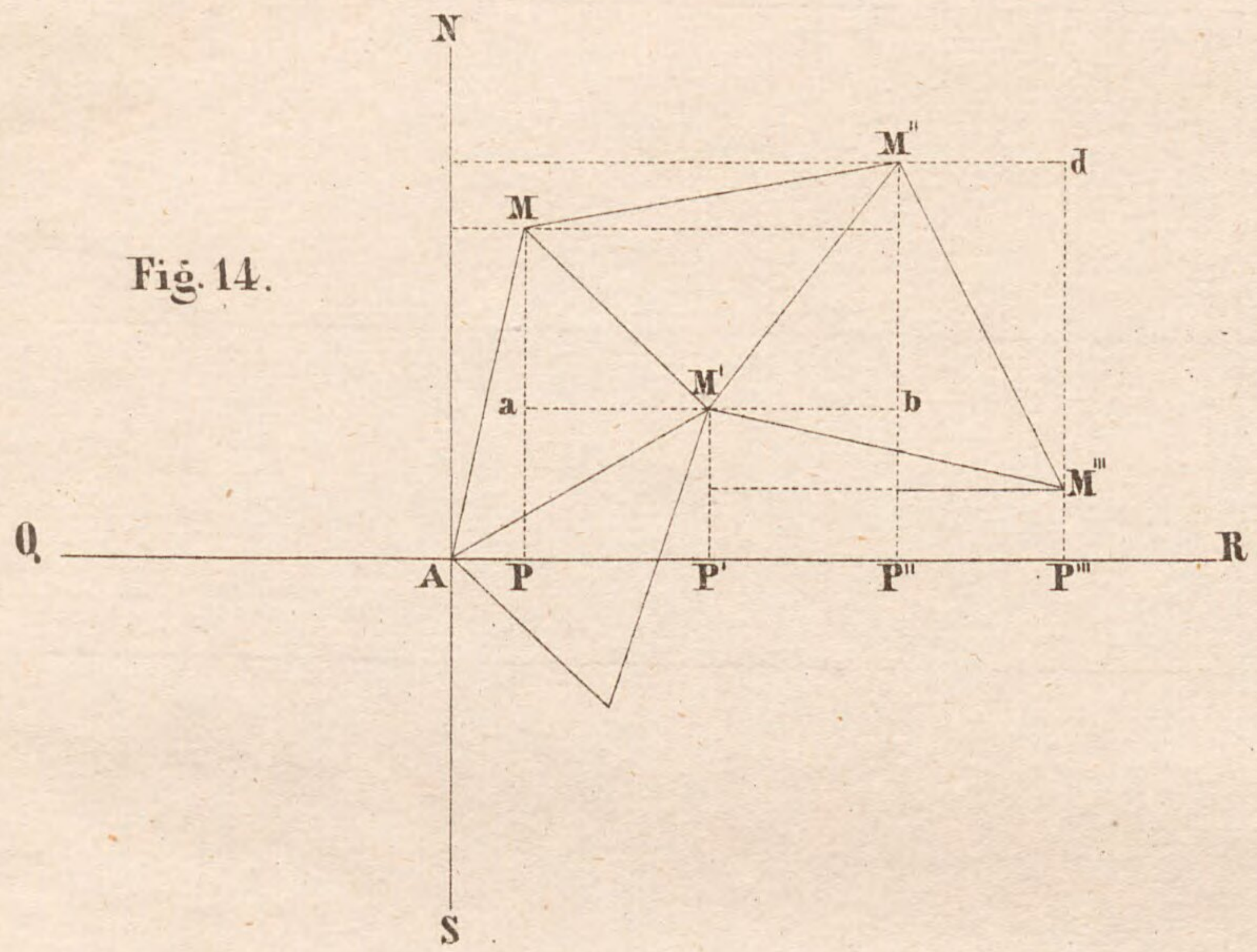


Fig. 15.

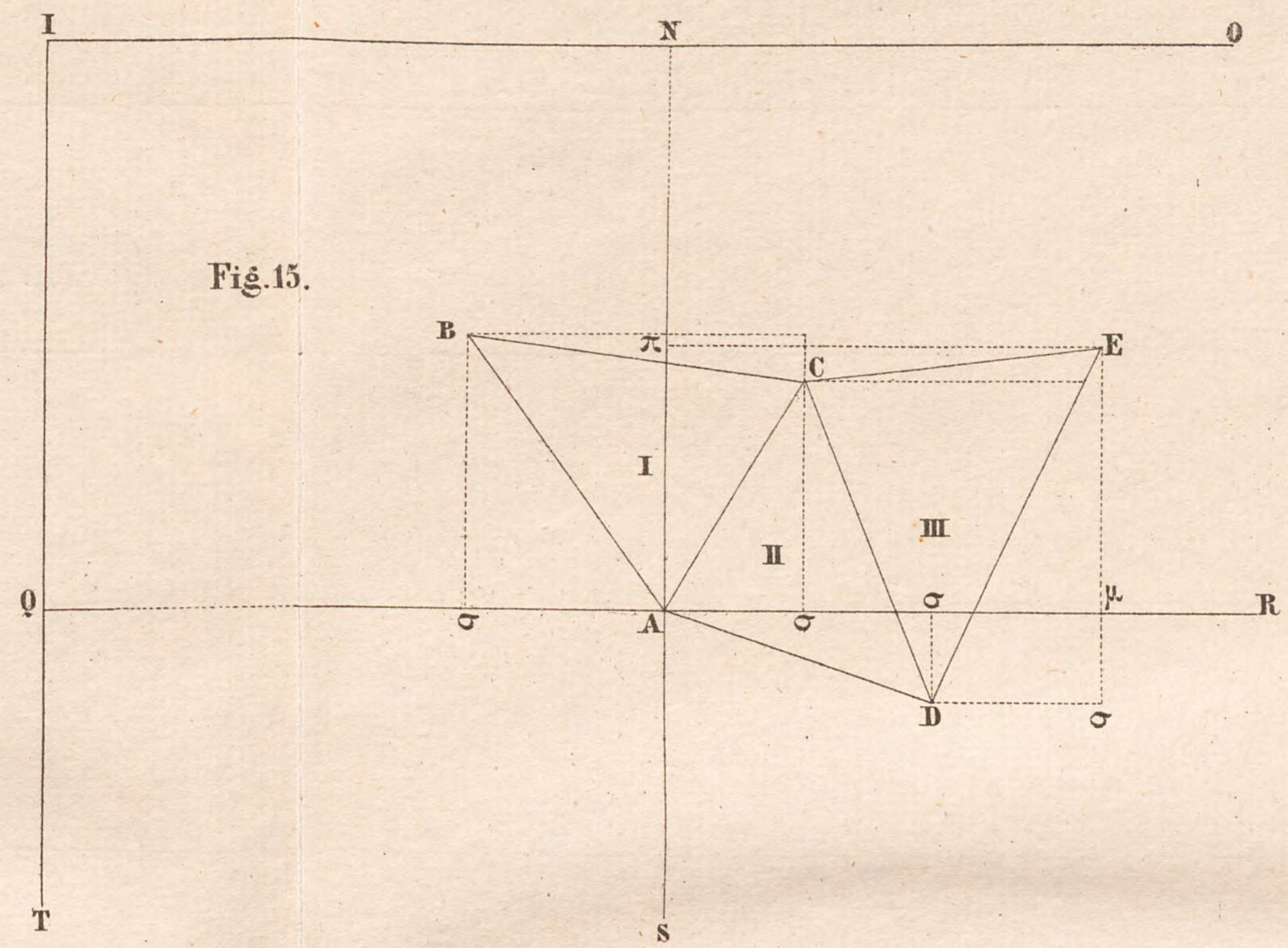


Fig. 15. a

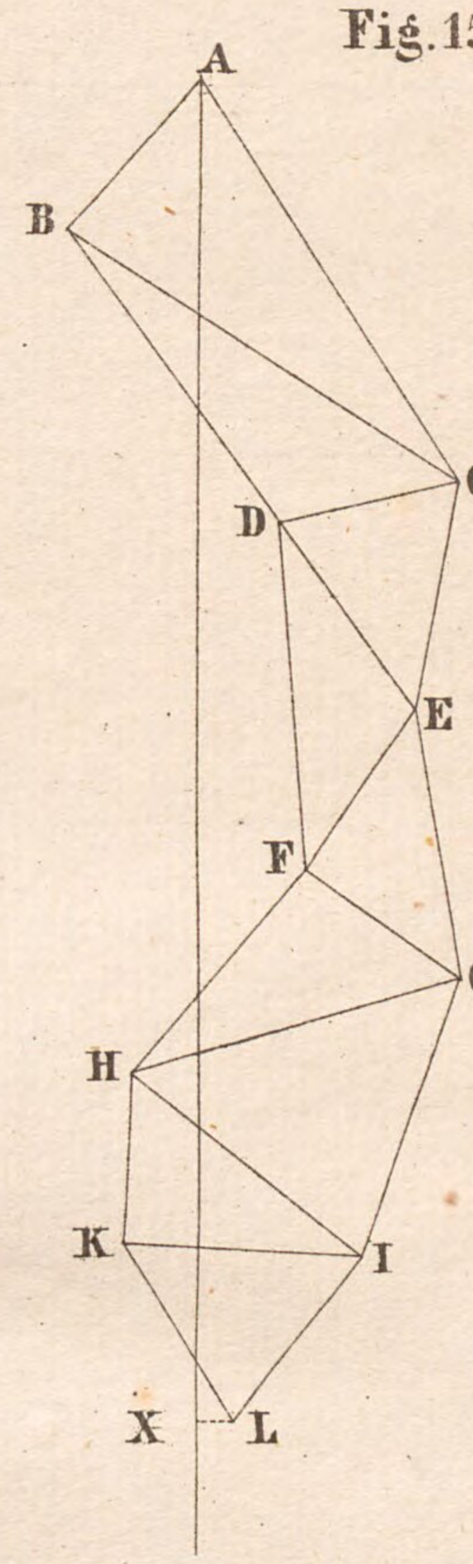


Fig. 16.

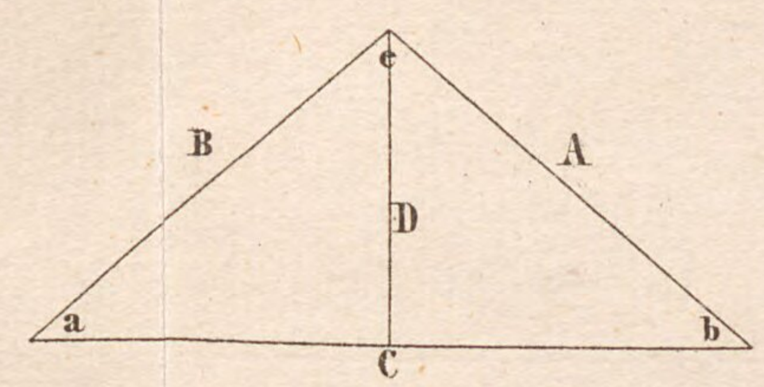


Fig. 17.

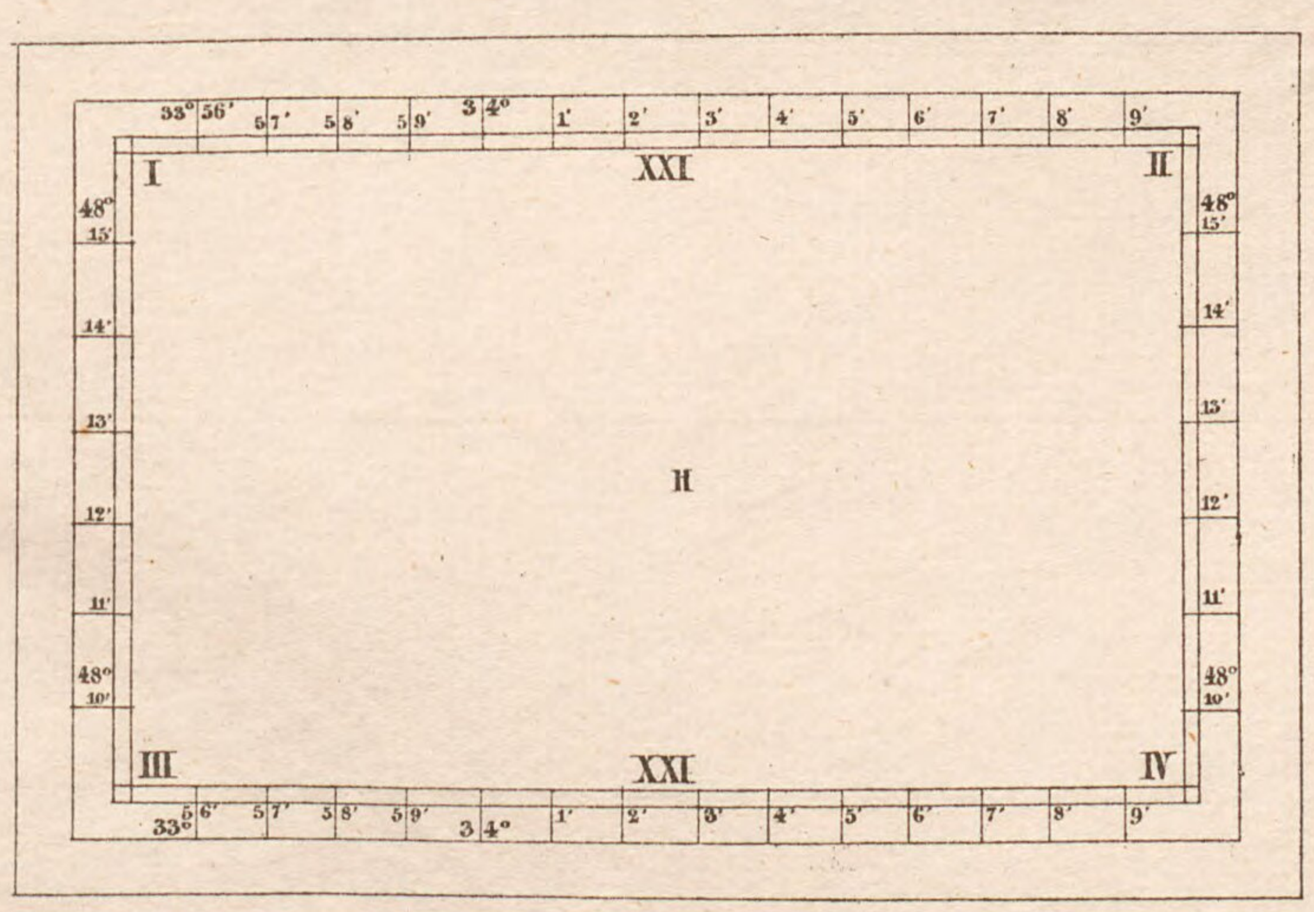


Fig. 18.

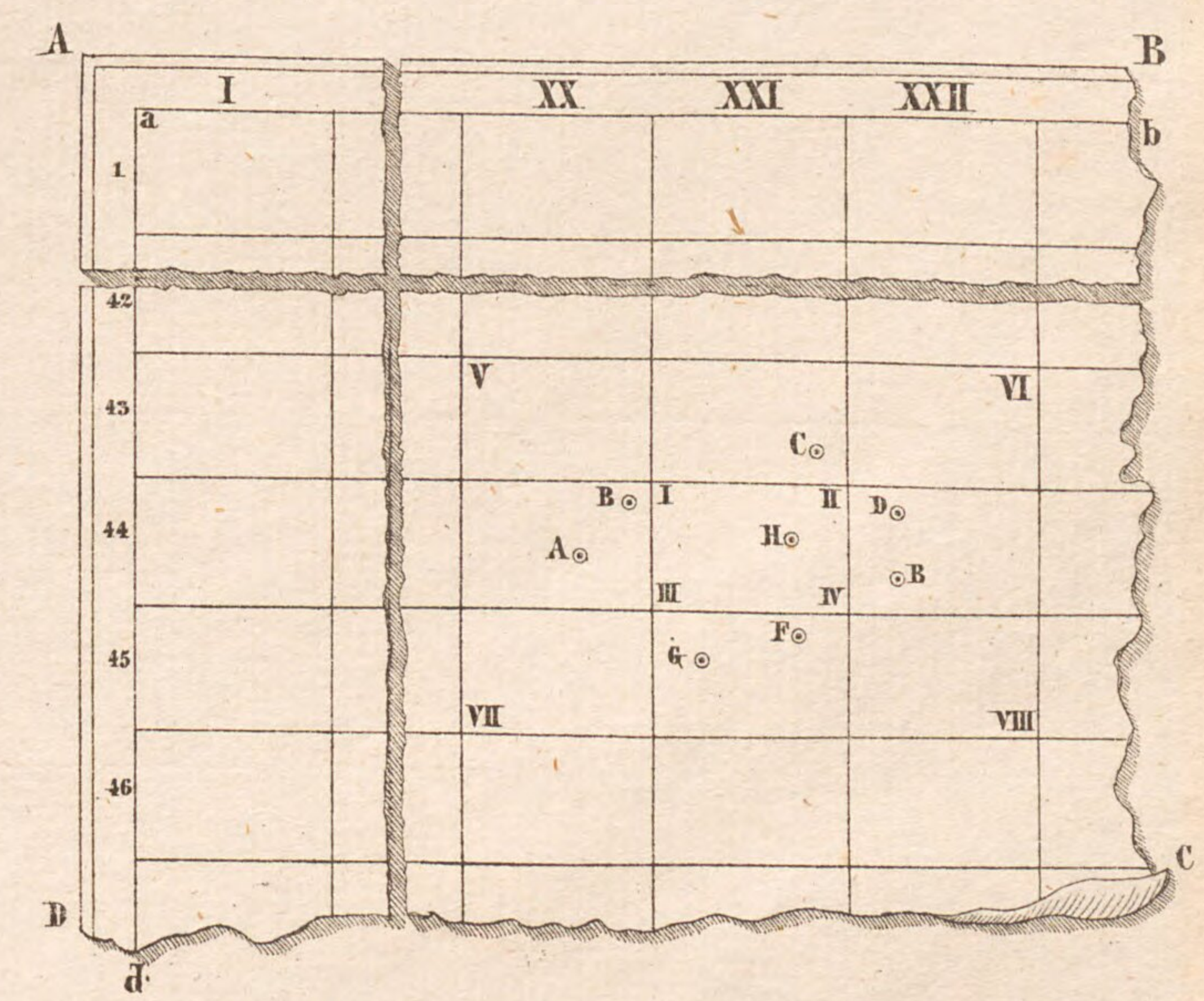
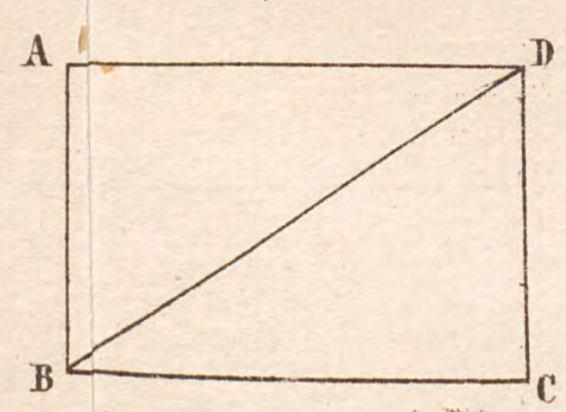
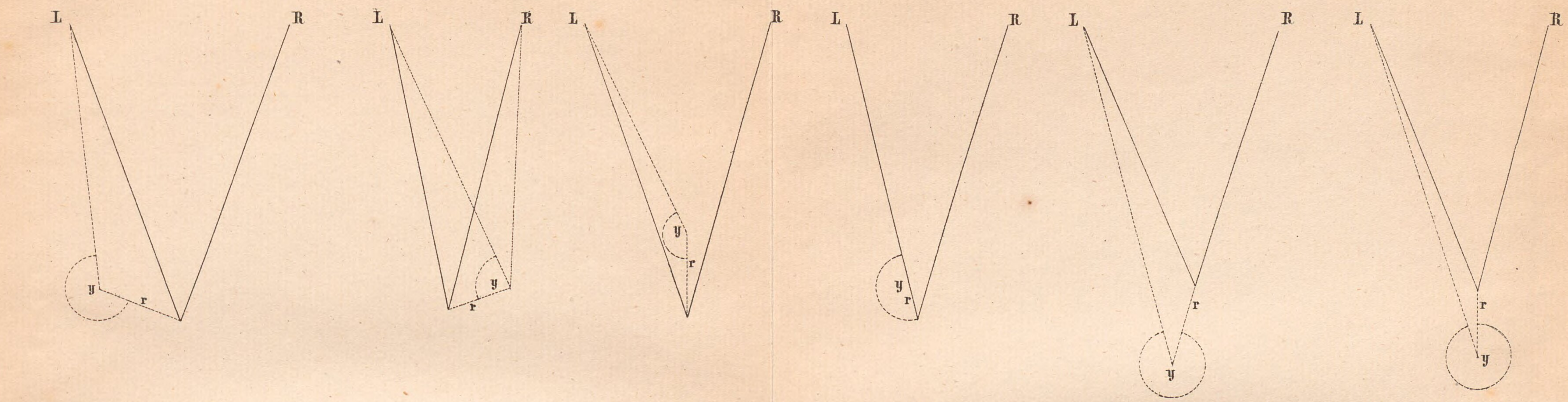
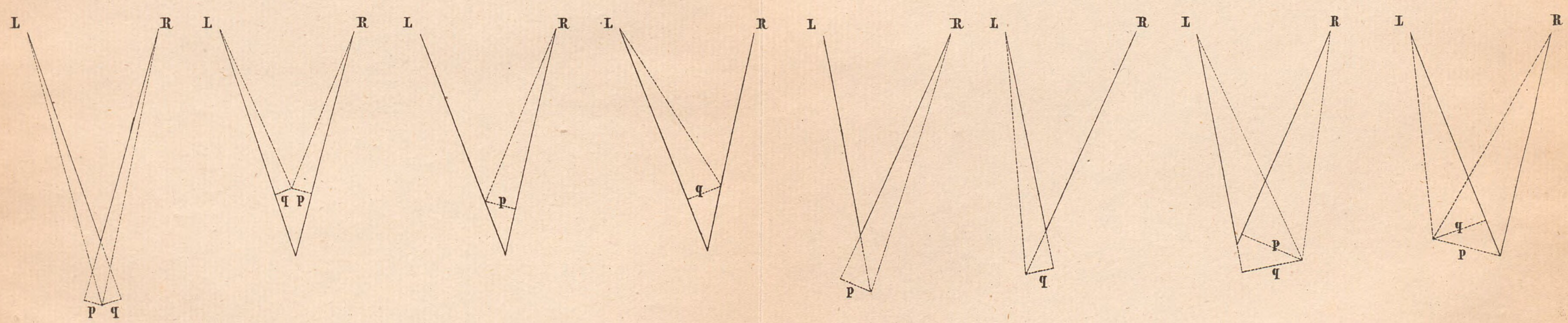


Fig. 19.







$+\frac{p}{R.\sin 1''} + \frac{q}{L.\sin 1''}$; $-\frac{p}{R.\sin 1''} - \frac{q}{L.\sin 1''}$; $-\frac{p}{R.\sin 1''}$; $-\frac{q}{L.\sin 1''}$; $+\frac{p}{R.\sin 1'}$; $+\frac{q}{L.\sin 1''}$; $+\frac{p}{R.\sin 1''} - \frac{q}{L.\sin 1''}$; $-\frac{p}{R.\sin 1''} + \frac{q}{L.\sin 1''}$

Fig. 20.

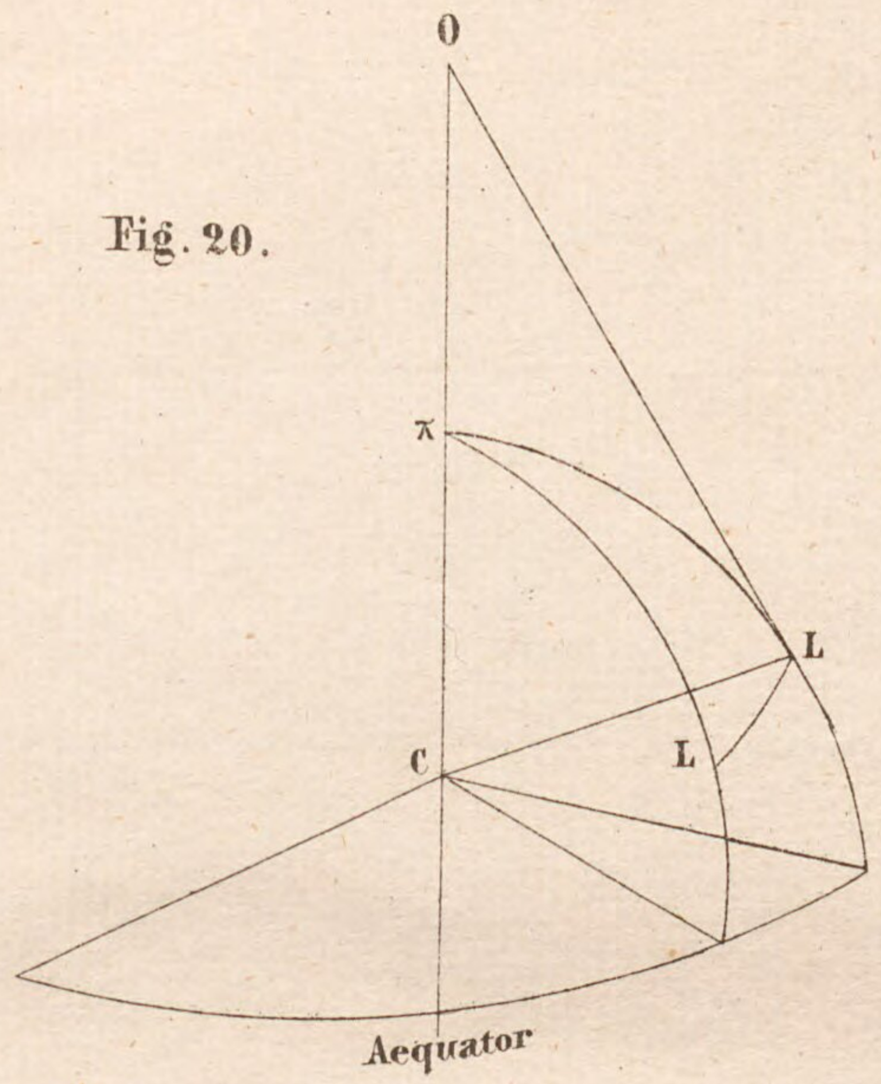


Fig. 21.

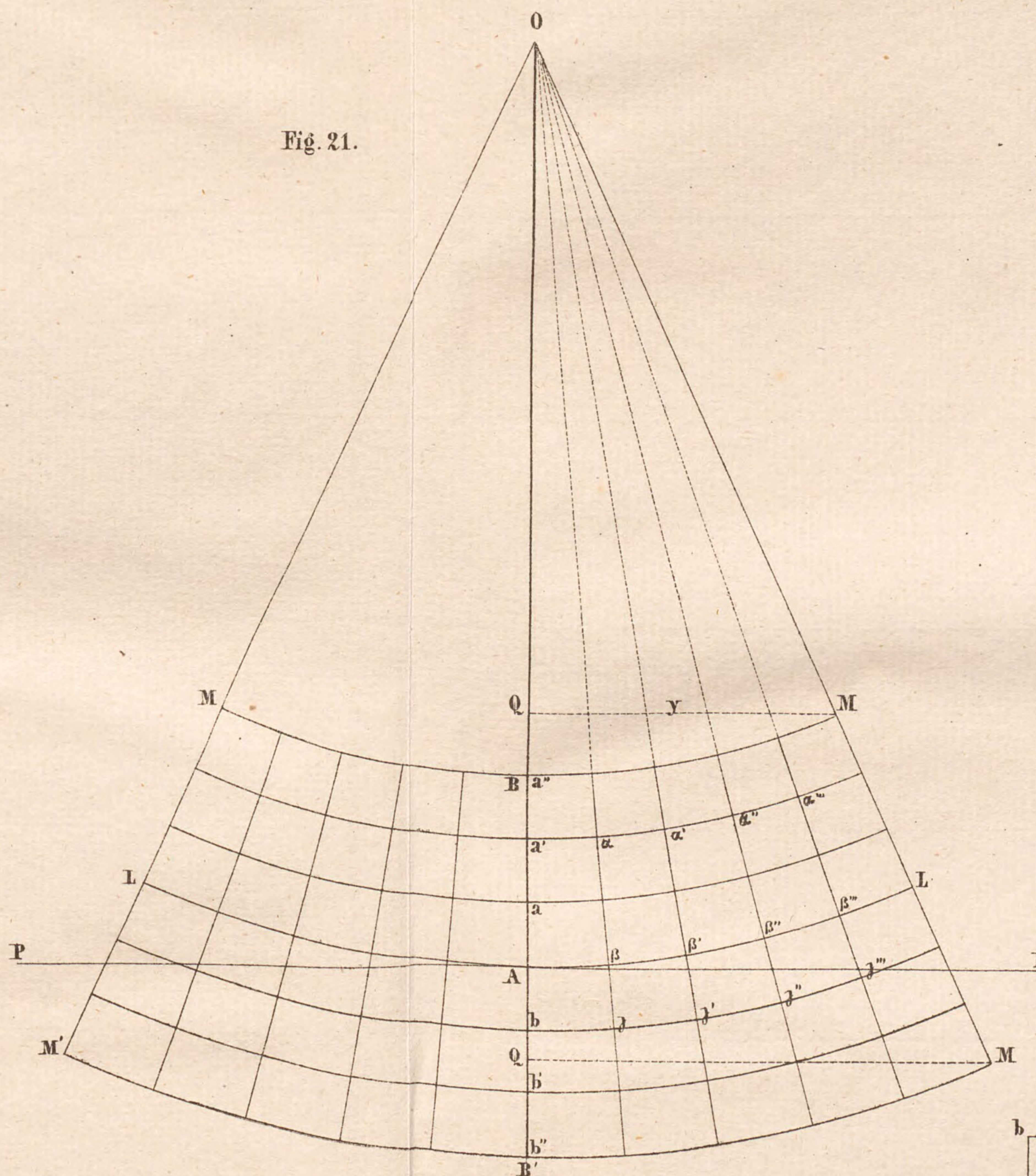


Fig. 22.

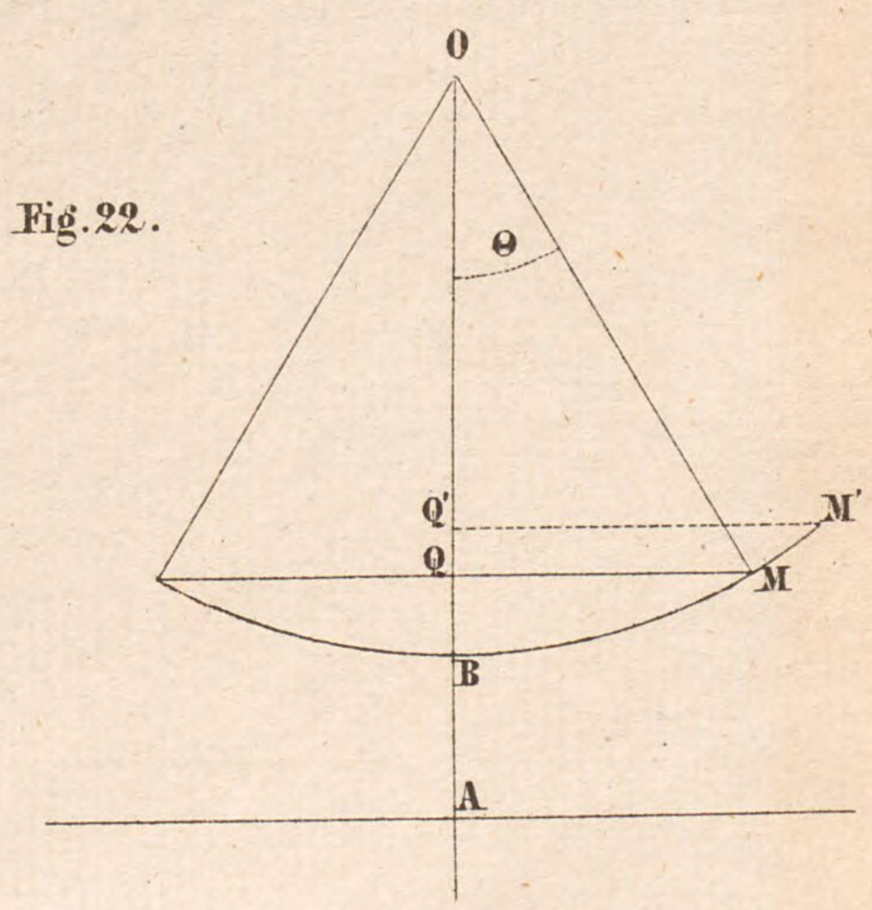


Fig. 23.

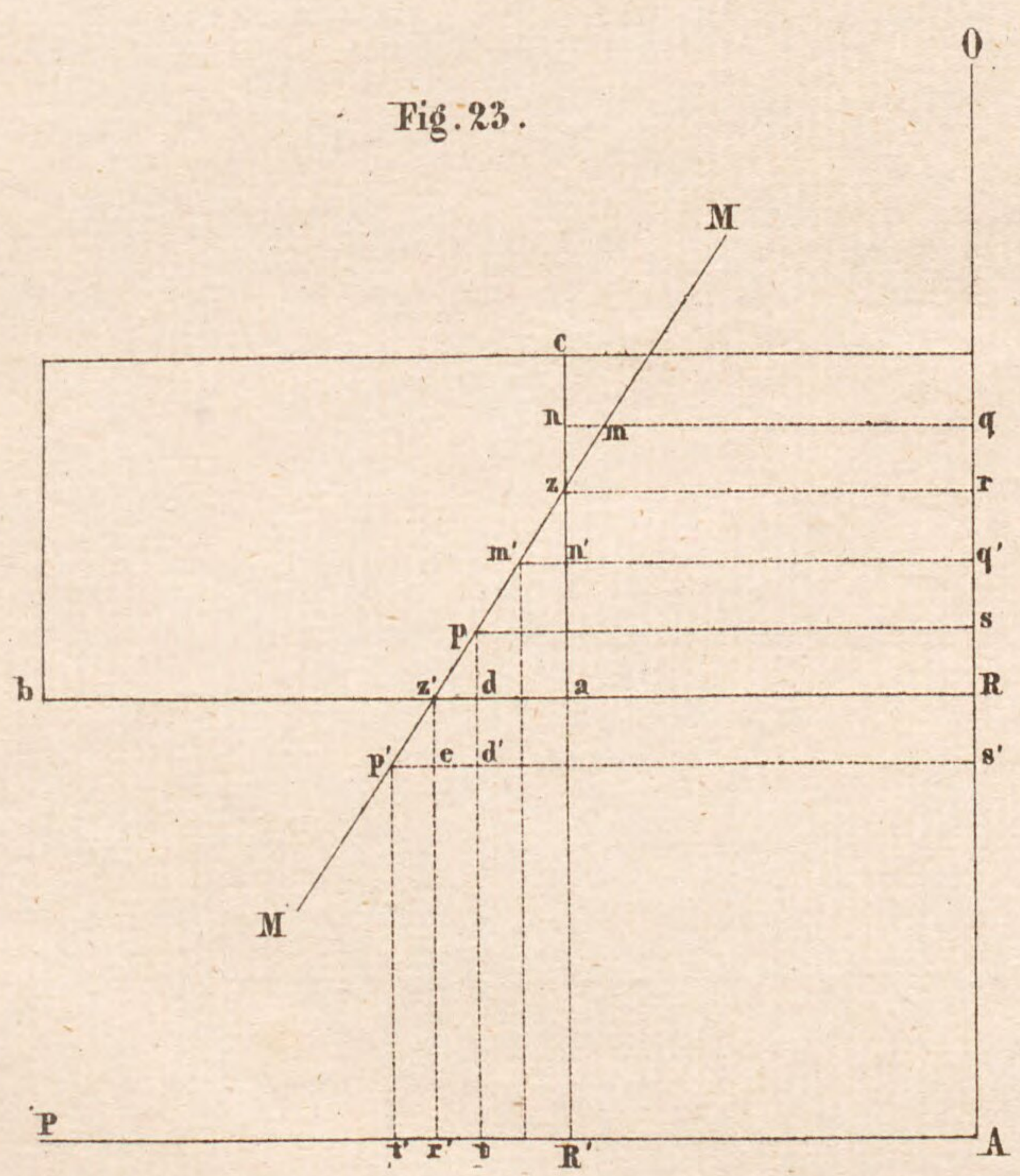
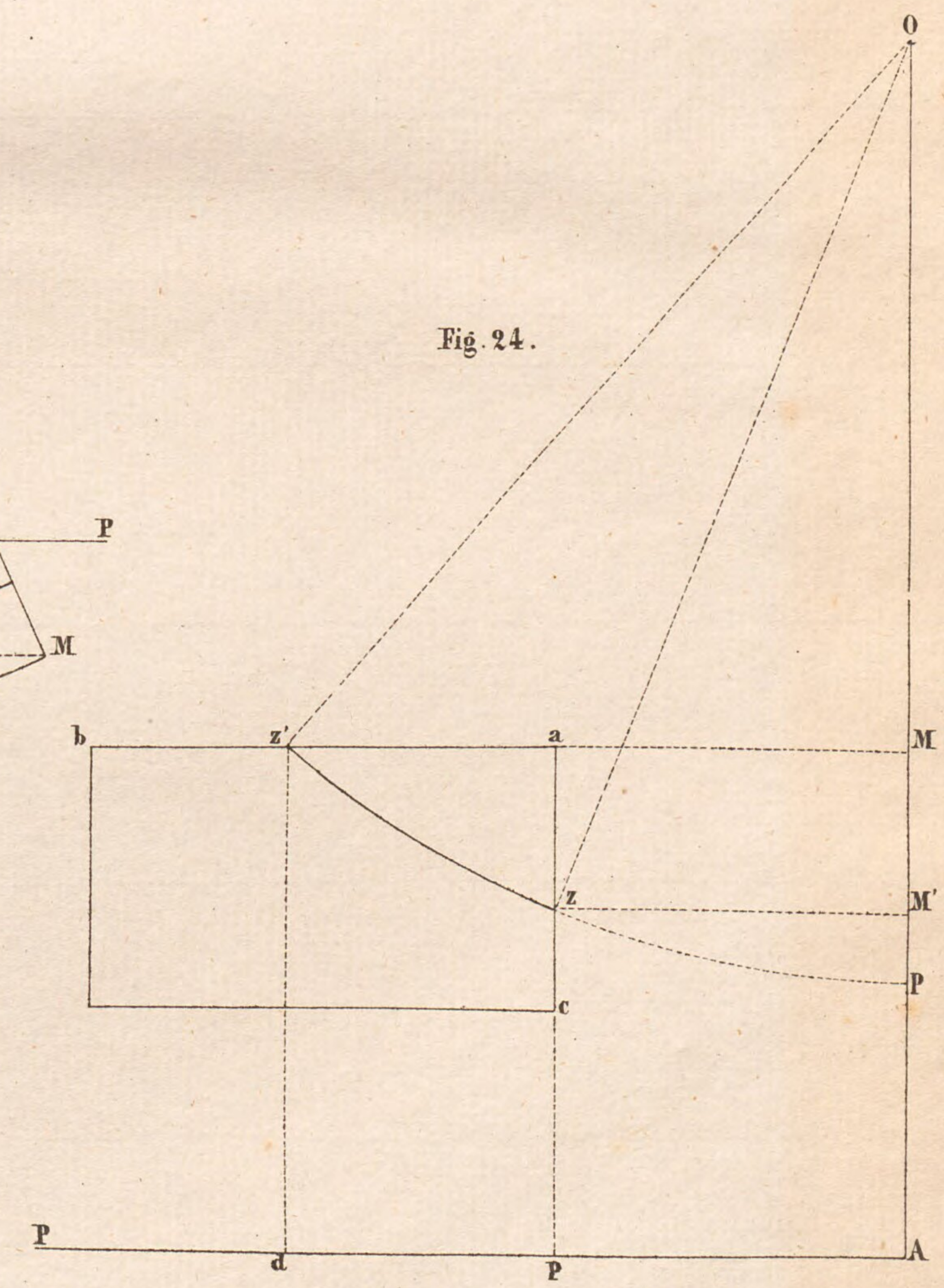


Fig. 24.



ad A. a. in 4°

Ins

von der Grundkataster-
Commission zum beliebigen
längeren Gebrauch verher-
geliehen — das der Bibliothek
gehörige Exemplar der mathe-
matischen Sektion auf
Nachweisung gegen Quittung
abzugeben.

den 18.ten Juny 1853.

Inv. No. 8329.

Instruction für die bei der astronomisch-trigonometrischen Landesvermessung und im Calcul-Bureau des K. K. Militair Geografischen Institutes angestellten Individuen sanctioniert vom hochlöbl. K. K. Hofkriegsrathe laut Rescript G. Nr 4060 vom 22. August 1844

Wien 1845

4 Math.p. 411
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10054054-1